

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARINA TEIXEIRA DE SOUZA

**Relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais**

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Almada Santos

São Carlos  
2023

MARINA TEIXEIRA DE SOUZA

**Relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais**

**Versão Corrigida**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Almada Santos

São Carlos  
2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da  
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

T719           Teixeira de Souza, Marina  
                  / Marina Teixeira de Souza; orientador Prof. Dr.  
                  Fernando César Almada Santos. São Carlos, 2023.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção e Área de Concentração em  
Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento --  
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de  
São Paulo, 2023.

1. Indústria 4.0. 2. Competências Individuais. 3.  
Competências. 4. Gestão de Pessoas. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

## FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharela **MARINA TEIXEIRA DE SOUZA**.

Título da tese: "Relações entre promoção da indústria 4.0 e competências individuais".

Data da defesa: 27/01/2023

### Comissão Julgadora

### Resultado

Prof. Associado **Fernando César Almada Santos**  
(Orientador)  
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC-USP)

Aprovada

Profa. Dra. **Cristina Lourenço Ubeda**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada

Prof. Dr. **Jose Alcides Gobbo Junior**  
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP-Bauru)

Aprovada

Prof. Dr. **Silvio Roberto Ignacio Pires**  
(Fundação Getúlio Vargas/FGV-RJ)

APROVADA

Prof. Dr. **Enzo Barberio Mariano**  
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP-Bauru)

aprovada

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:

Profa. Dra. **Janaina Mascarenhas Hornos da Costa**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de força, resiliência e paz.

Aos meus pais, Vânia e João, e minha irmã, Laura, pelo apoio, compreensão e incentivo em todos os momentos.

Ao professor e orientador Fernando César Almada Santos pelos ensinamentos, parceria, atenção e disponibilidade durante a jornada do Doutorado.

Aos professores Profa. Dra. Cristina Lourenço Ubeda, Prof. Dr. José Alcides Gobbo Junior, Prof. Dr. Enzo Barberio Mariano e Prof. Dr. Silvio Roberto Ignacio Pires pelo aceite do convite de participação na banca de Defesa e valiosas contribuições.

A Escola de Engenharia de São Carlos EESC-USP pelo acolhimento e, em especial, aos funcionários do setor de Pós-Graduação pela gentileza e presteza.

SOUZA, M. T. **Relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais.** 2022. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

## RESUMO

Dada complexidade organizacional e a necessidade de reconhecer o valor de capacitar e desenvolver competências individuais, é possível associar as temáticas de Indústria 4.0 e Competências. Sendo assim, o objetivo geral desta tese é discutir as relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais. Para isso, foi realizado um referencial teórico em formato de coletânea de artigos que sustentou a metodologia de pesquisa associando Indústria 4.0 e Competências Individuais. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e exploratória. Para a coleta de dados foi aplicado um estudo de caso transversal em uma empresa utilizada como referência no setor em que atua utilizando como meios de coleta de dados: questionário, entrevista, observação não participante e diário de campo. Para a análise de dados foram utilizadas análises descritiva e de conteúdo. Os resultados da revisão de literatura apontam que as Competências Individuais no contexto da Indústria 4.0 são: Flexibilidade/Adaptabilidade; Aprendizagem contínua; Iniciativa/Disposição; Resiliência; Liderança; Comunicação; Pensamento sistêmico; Planejamento; Resolução de problemas; Tomada de decisão; Inovação/Criatividade. Os principais resultados do estudo de caso apontam que: há mudanças positivas em termos de grau de domínio e grau de importância das Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0; os objetivos, resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 e relação com Competências Individuais são promissores. Esses resultados proporcionam informações relevantes e viabilizam reflexões teóricas e gerenciais acerca dessa temática.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Competências Individuais. Competências. Gestão de Pessoas.

SOUZA, M. T. **Relationships between Industry 4.0 and Individual Competences**. 2023. Thesis (Doctorate) – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2023.

### ABSTRACT

Given the organizational complexity and the need to recognize the value of training and developing individual skills, it is possible to associate the themes of Industry 4.0 and Skills. Therefore, the general objective of this thesis is to discuss the relationship between the promotion of Industry 4.0 and Individual Skills. For this, a theoretical framework was carried out in the form of a collection of articles that supported the research methodology associating Industry 4.0 and Individual Skills. This is an applied research with a qualitative and exploratory approach. For data collection, a cross-sectional case study was applied in a company used as a reference in the sector in which it operates, using as means of data collection: questionnaire, interview, non-participant observation and field diary. Descriptive and content analyzes were used for data analysis. The results of the literature review indicate that the Individual Skills in the context of Industry 4.0 are: Flexibility/Adaptability; Continuous learning; Initiative/Disposition; Resilience; Leadership; Communication; Systemic thinking; Planning; Problem solving; Decision making; Innovation/Creativity. The main results of the case study point out that: there are positive changes in terms of mastery and degree of importance of Individual Skills in the Industry 4.0 scenario; the objectives, results and benefits made possible from the implementation of Industry 4.0 technologies and the relationship with Individual Skills are promising. These results provide relevant information and enable theoretical and managerial reflections on this topic.

**Keywords:** Industry 4.0. Individual Competences. Competences. Human Resources Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da Tese .....	16
Figura 2 - Representação gráfica das fases da metodologia.....	23
Figura 3 - Resultados da Pesquisa.....	24
Figura 4 - Desdobramentos entre as principais palavras.....	27
Figura 5 - Mapa de calor das principais palavras.....	28
Figura 6 - Representação gráfica das fases da metodologia.....	32
Figura 7 - Resultados da Pesquisa.....	33
Figura 8 - Desdobramentos entre as principais palavras.....	37
Figura 9 - <i>Clusters</i> na temática de Competências .....	37
Figura 10 - Relação entre número de artigos publicados e anos de publicação.....	51
Figura 11 - Relação entre países e origem dos estudos acerca da temática Indústria 4.0 e Competências Operacionais .....	69
Figura 12 - Tecnologias da Indústria 4.0 utilizadas pela Empresa A.....	99
Figura 13 – Entrevistados e respectivos níveis organizacionais .....	100
Figura 14 - Exemplos de inspeções utilizados pela Empresa A.....	121
Figura 15 - Exemplos de inspeção visual de produtos da Empresa A .....	121
Figura 16 - Relação entre Indústria 4.0 e Competências Individuais.....	125



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais Países.....	25
Tabela 2 - Principais Autores .....	26
Tabela 3 - Principais Periódicos.....	26
Tabela 4 - Principais Palavras .....	27
Tabela 5 - Principais Países.....	34
Tabela 6 - Principais Periódicos.....	34
Tabela 7 - Principais Palavras .....	36
Tabela 8 - Artigos mais citados.....	38
Tabela 9 - Relação entre continentes e número de estudos da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais .....	50
Tabela 10 - Áreas de concentração dos artigos selecionados.....	52
Tabela 11 - Artigos encontrados em cada competência analisada .....	67
Tabela 12 - Artigos selecionados por competência.....	67
Tabela 13 - Origem dos estudos da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais .	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes da Indústria 4.0.....	20
Quadro 2 – Tipos de Abordagem Competência.....	32
Quadro 3 - Etapas da Pesquisa.....	47
Quadro 4 - Principais journals da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais....	49
Quadro 5 - Origem dos estudos da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais..	50
Quadro 6 - Relação de estudos selecionados para a presente pesquisa.....	52
Quadro 7 - Principais abordagens entre Competências Operacionais e Indústria 4.0.....	57
Quadro 8 - Competências Operacionais e Indústria 4.0.....	59
Quadro 9 – Tipos de Abordagem Competência.....	64
Quadro 10 - Etapas da Pesquisa.....	65
Quadro 11 - <i>Strings</i> de busca utilizados.....	66
Quadro 12 - Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0.....	83
Quadro 13 - Classificação da Pesquisa.....	89
Quadro 14 – Etapas do Estudo de Caso.....	89
Quadro 15 - Etapas da Coleta de Dados.....	94
Quadro 16 - Descrição da análise de dados do estudo de caso.....	95
Quadro 17 - Técnicas de coleta e análise de dados.....	96
Quadro 18 - Perfil dos participantes do estudo de caso.....	100
Quadro 19 - Grau de importância de cada competência.....	114
Quadro 20 - Grau de domínio de cada competência.....	115
Quadro 21 - Estágios das Gerações Digitais.....	119
Quadro 22 - Diferentes "estágios" tecnológicos por "Geração Digital" e "Função Empresarial" .....	120

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Objetivos da Tese .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Estrutura da Tese .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Artigo 1: Análise da Produção Mundial na temática de Indústria 4.0 de 1990 até 2020.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Introdução.....	18
2.1.2 Referencial Teórico .....	19
2.1.3 Procedimentos Metodológicos .....	22
2.1.4 Resultados e Discussões.....	24
2.1.5 Considerações Finais.....	29
<b>2.2 Artigo 2: Análise da Produção Mundial na temática de Competências de 2017 até 2021.....</b>	<b>29</b>
2.2.1 Introdução.....	30
2.2.2 Referencial Teórico .....	31
2.2.3. Procedimentos Metodológicos .....	32
2.2.4. Resultados e Discussões.....	34
2.2.5 Considerações Finais.....	40
<b>2.3 Artigo 3: Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura.....</b>	<b>41</b>
2.3.1 Introdução.....	42
2.3.2 Referencial Teórico .....	43
2.3.2.1 Indústria 4.0.....	43
2.3.2.2 Competências Operacionais e Indústria 4.0 .....	45
2.3.3 Metodologia .....	47
2.3.4 Apresentação e Análise de Dados .....	49
2.3.5 Considerações Finais.....	60
<b>2.4 Artigo 4: Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura no período de 2011 até 2020.....</b>	<b>60</b>
2.4.1 Introdução.....	61
2.4.2. Referencial Teórico .....	62
2.4.3 Aspectos Metodológicos .....	64
2.4.4 Resultados e Discussões.....	68
2.4.5. Considerações Finais.....	87
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>88</b>
<b>3.1 Tipo de Pesquisa .....</b>	<b>88</b>
<b>3.2 Coleta de dados.....</b>	<b>89</b>
3.2.1 Plano.....	90
3.2.2 Projeto – Protocolo de Pesquisa .....	90
3.2.3 Preparação – Seleção de casos e unidade de análise.....	90

3.2.4 Coleta .....	92
<b>3.3 Análise de dados .....</b>	<b>94</b>
<b>3.4 Aspectos éticos .....</b>	<b>96</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>98</b>
<b>4.1 Contextualização da Empresa A .....</b>	<b>98</b>
<b>4.2 Análise de resultados da Empresa A .....</b>	<b>99</b>
4.2.1 Competência: Flexibilidade/Adaptabilidade .....	101
4.2.2 Competência: Aprendizagem contínua .....	102
4.2.3 Competência: Iniciativa/Disposição .....	104
4.2.4 Competência: Resiliência .....	105
4.2.5 Competência: Liderança .....	106
4.2.6 Competência: Comunicação .....	107
4.2.7 Competência: Pensamento sistêmico .....	108
4.2.8 Competência: Planejamento .....	109
4.2.9 Competência: Resolução de problemas .....	110
4.2.10 Competência: Tomada de decisão .....	111
4.2.11 Competência: Inovação/Criatividade .....	113
4.2.12 Síntese de resultados do questionário .....	114
4.2.13 Resultados da entrevista semiestruturada .....	117
4.2.14 Observação não participante e diário de campo .....	119
<b>4.3 Relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais .....</b>	<b>123</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>126</b>
5.1 Atendimento aos objetivos .....	126
5.2 Implicações teóricas e gerenciais .....	128
5.3 Limitações e sugestões para pesquisas futuras .....	129
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE A: PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE B: CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)</b> .....	<b>146</b>
<b>APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE E: ROTEIRO DE ENTREVISTA .....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE F: APROVAÇÃO PARECER COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA ....</b>	<b>157</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Inteligência de mercado, automação de processos, conectividade de sistemas, melhoria contínua e desenvolvimento de pessoas são alguns dos imperativos do contexto atual das organizações. Estar em linha com todos estes elementos é o grande desafio e colocá-los em prática é o grande triunfo das empresas. Neste contexto, há um novo paradigma organizacional – a Indústria 4.0 – que pode levar as empresas a altos patamares de desempenho e resultados a partir da incorporação de tecnologias integradas e interconectadas (TORTORELLA *et al.*, 2020; NIMAWAT; GIDWANI, 2022).

A Indústria 4.0 é considerada a quarta grande reviravolta da modernidade, sendo que a primeira revolução se refere à mecanização da produção, a segunda à produção em massa e a terceira à revolução digital com o uso de equipamentos eletrônicos e Tecnologia da Informação para automatização da produção (SUNG, 2018; ZAUSKOVA *et al.*, 2022).

A também chamada Quarta Revolução Industrial tem como objetivo integrar as operações de manufatura e tecnologias de comunicação e informação de toda cadeia produtiva da organização – desde fornecedores até a entrega do produto ao cliente – e objetos, máquinas, unidades, robôs passam a integrar um sistema de comunicação em tempo real, viabilizar a tomada de decisão e adaptar às dinâmicas com base em informações globais (DDORNEANU *et al.*, 2022). Dentre os componentes da Indústria 4.0 (MOEUF *et al.*, 2017) estão: *big data*, simulação dos sistemas de produção, Internet das Coisas (IoT), sistemas ciberfísicos, computação em nuvem, realidade virtual, segurança cibernética, robôs colaborativos, comunicação máquina-a-máquina – que são elucidados oportunamente nesta tese.

Os resultados da implementação da Indústria 4.0 são a redução de custos operacionais, maior efetividade de todos os processos organizacionais, possibilidade de produção flexível e integração de todos os níveis da empresa (DALENOGARE *et al.*, 2018). Além da maior capacidade de produção, custos de configuração de máquinas reduzidos, menores índices de erros, maior qualidade do produto, menor número de produtos rejeitados e aumento na satisfação dos clientes (BÜCHI; CUGNO; CASTAGNOLI, 2020).

Ademais, uma das iniciativas representativas do interesse em implementar a Indústria 4.0 e que incluem uma ação coordenada, planejamento, suporte, investimento em infraestrutura e benefícios fiscais às empresas estão as ações adotadas por governos de países como Alemanha, França, Inglaterra, Estados Unidos, China, Singapura, Coreia do Sul e Itália, que reconhecem as inúmeras possibilidades e benefícios advindos da Indústria 4.0 (BÜCHI; CUGNO; CASTAGNOLI, 2020). No mesmo sentido, estão os pesquisadores e acadêmicos,

dado o crescimento exponencial de interesse na temática e o reconhecimento de que há muito a ser explorado (LIAO *et al.*, 2017).

Na intenção de se manterem competitivas e aumentarem sua participação no mercado, as organizações recorrem a estratégias já amplamente debatidas e efetivas de se preparem para fases de implementação, desenvolvimento ou maturação da Indústria 4.0 em suas práticas. Essas estratégias estão relacionadas às conhecidas práticas de Gestão de Pessoas a partir de desenvolvimento de competências (SOUZA; SANTOS, 2020).

Dutra (2016) explica que as competências revelam a realidade complexa das organizações, sobretudo porque o autor define competências como as entregas esperadas das pessoas e afirma que uma equipe competente requer a harmonização das competências individuais de cada membro. Em consonância com esta explicação, Brandão (2020, p. 1) declara que “a competência no trabalho tem sido gerenciada nas organizações na expectativa de influenciar positivamente o desempenho de profissionais e da própria organização”.

Sendo assim, é possível associar as temáticas de Indústria 4.0 e Competências, a partir do momento em que se entende que “para ter sucesso no ambiente da Indústria 4.0, é necessário atenção à capacitação, aprendizagem, gestão do conhecimento e capacidade de inovação” (SHAMIN *et al.*, 2017) e que a Indústria 4.0 impulsiona ainda mais complexidade organizacional e a necessidade de reconhecer o valor de capacitar e desenvolver competências organizacionais, grupais e individuais com o objetivo de obter sucesso na Indústria 4.0.

Muitos são os autores que relacionaram as temáticas de Indústria 4.0 e Competências Individuais (STACHOVÁ *et al.*, 2019; MARTINEZ-GONZALEZ; OLID; CRESPO, 2019; NGUYEN *et al.*, 2019; GOTZ, 2019; SANTOS; BENNEWORTH, 2019; RAMINGWONG; MANOPINIWES, 2019; AVOGARRO, 2019; GOLAN; COHEN; SINGER, 2019; SANTOS; VIANNA; LE ROUX, 2018; DEAN; SPOEHR, 2018; KUSMIN; TAMMETS; LEY, 2018; LONGO; NICOLETTI; PADOVANO, 2017; TROMPISCH, 2017; PFEIFFER, 2016) e, dada evidente importância e com a inquietação acerca da temática, desdobramentos e tendências é que este estudo foi selecionado para a realização desta tese.

## **1.1 Justificativa**

Da inquietação relativa aos desdobramentos da Indústria 4.0, sobretudo versando sobre as Competências Individuais, é que o tema deste trabalho foi selecionado. Além disso, a presente tese sustenta-se no fato de que poucos são os estudos que se desdobram sobre essa temática (SHAMIM, 2017; KAZANGOCLU, 2018). Ademais, Gunasekaran et al. (2019)

propuseram em seu estudo sugestões para futuras pesquisas, dentre as quais destaca-se o papel da mão de obra nos novos padrões da Indústria 4.0, acrescenta-se a essa sugestão a temática de competências individuais na promoção da Indústria 4.0 no Brasil.

Sendo assim, esta Tese foi realizada no intuito de contribuir com as respostas às seguintes lacunas identificadas: Quais são as Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0? Há mudanças em termos de grau de domínio e grau de importância das competências individuais no cenário da Indústria 4.0? Quais são os objetivos, resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 e relação com Competências Individuais?

## **1.2 Objetivos da Tese**

Esta tese tem como objetivo geral discutir as relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais. Para isso, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar quais são as Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0;
- b) Analisar eventuais mudanças em termos de grau de domínio e grau de importância das Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0;
- c) Apresentar objetivos e resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 e relação com Competências Individuais.

## **1.3 Estrutura da Tese**

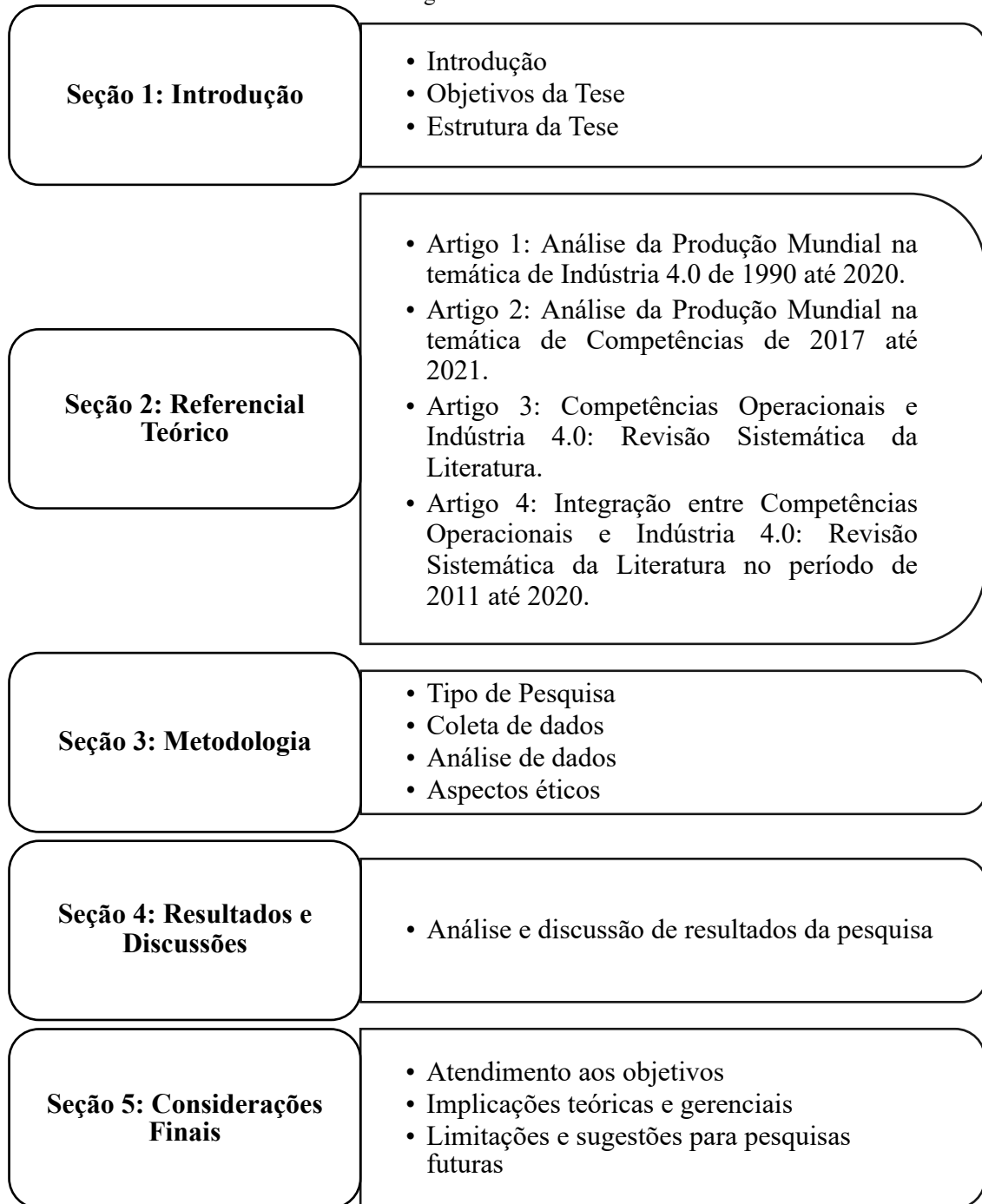
A tese está dividida em cinco seções: Introdução, Referencial Teórico, Metodologia e Resultados e Discussões e Considerações Finais.

Este estudo inicia-se com a apresentação e discussão do tema de pesquisa, seguida da relevância do estudo e objetivos propostos. A segunda seção contempla aspectos pertinentes à temática do trabalho compondo o Referencial Teórico. Cabe dizer que a segunda seção está organizada em quatro artigos relacionados à tese e que tal procedimento é facultado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo pela Resolução do Conselho de Pós-Graduação 7.762, de 4 de julho de 2019, desde que os artigos tenham como autores somente o(a) aluno(a) e o orientador(a).

A seção que segue, seção três, explora a Metodologia utilizada na Tese, seguida da seção quatro que apresenta os Resultados e Discussões a partir da pesquisa realizada. Na sequência,

a seção cinco apresenta as Considerações Finais da Tese. A Figura 1 sintetiza a organização da Tese.

Figura 1 - Estrutura da Tese



Fonte: elaborada pela autora.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este Referencial Teórico é composto por quatro artigos relacionados entre si e à temática desta Tese. Dessa forma, os artigos que integram esta seção estão relacionados porque optou-se por realizar estudos que sustentassem esta Tese e contribuíssem para os meios acadêmico e gerencial quanto ao estado da arte relacionado ao tema de Indústria 4.0 e Competências Individuais.

Sendo assim, o primeiro artigo teve como objetivo realizar uma análise da produção científica na temática de Indústria 4.0 – de modo a apresentar a evolução, tendências e desdobramentos da Indústria 4.0. Na sequência, o segundo artigo objetivou realizar uma análise da produção científica mundial na temática de Competências – como trata-se de uma variável amplamente debatida, optou-se por restringir o artigo ao que havia de mais atual nos últimos cinco anos, de modo que foram apresentadas tendências e desdobramentos.

Em seguida, o terceiro artigo apresentou de forma conjunta a temática de Competências e Indústria 4.0, com o objetivo de identificar estudos que relacionassem a temática e foram identificadas 11 competências no contexto da Indústria 4.0. Por fim, o quarto artigo discutiu cada uma das competências identificadas no terceiro artigo, de modo que teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura que contemplasse Competências e Indústria 4.0.

Assim, destaca-se os títulos dos artigos que seguem:

- Artigo 1: Análise da Produção Mundial na temática de Indústria 4.0 de 1990 até 2020;
- Artigo 2: Análise da Produção Mundial na temática de Competências de 2017 até 2021;
- Artigo 3: Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura;
- Artigo 4: Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura no período de 2011 até 2020.

### 2.1 Artigo 1: Análise da Produção Mundial na temática de Indústria 4.0 de 1990 até 2020

Artigo publicado na GEPROS: <https://doi.org/10.15675/gepros.v16i2.2783>

#### Resumo

A Indústria 4.0 tem como princípios a automação e a interligação de processos intra e inter empresas. Trata-se de uma temática de exponencial interesse e que demanda atenção de acadêmicos, pesquisadores e gestores por ser um movimento que impacta diretamente em modelos de negócios e estratégias organizacionais, sendo assim há uma necessidade de analisar a evolução, tendências e desdobramentos da Indústria 4.0 no período de 1990 até 2020. O objetivo deste artigo foi realizar uma análise da produção científica na temática de Indústria

4.0. Foi utilizada a base de dados *Web of Science* e foram encontrados 850 artigos até 2020. As publicações envolveram 2625 autores, de 75 países, 1084 instituições e 201 diferentes periódicos. Destaca-se que 88,3% dos artigos foram publicados nos últimos três anos. Os países que mais se destacaram foram China e Itália e o periódico mais prolífico foi o *Applied Sciences Basel*, com 59 artigos. O artigo mais citado recebeu 343 citações e a maior produção por autor foi de 9 artigos. A temática teve ascensão significativa nos últimos anos com estudos empíricos e teóricos.

*Palavras-chave: Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial. Tendências.*

### 2.1.1 Introdução

A utilização da tecnologia no ambiente organizacional tem revolucionado práticas, modelos de negócios e gerado ganhos de eficiência a partir da alocação estratégica de recursos humanos e materiais com o objetivo de geração de lucro e otimização contínua de processos (MAASZ; DARWISH, 2018).

A Indústria 4.0 ganhou atenção considerável entre pesquisadores e acadêmicos de todo o mundo (LIAO *et al.*, 2017) por se tratar de um sistema organizacional totalmente conectado e automatizado, em que as decisões são tomadas com base em informações em tempo real de um conjunto totalmente integrado e vinculado de equipamentos e pessoas. Dessa forma, há uma certa urgência por parte das empresas em entender aspectos da Indústria 4.0 a fim de se manterem competitivas (KASAPOGLU, 2018).

O conceito de Indústria 4.0 foi introduzido na Feira de Hannover, em 2011, e anunciado oficialmente no ano de 2013 como uma estratégia alemã de revolucionar o setor manufatureiro (XU; XU; LI, 2018). Com a chegada da Indústria 4.0, os processos corporativos utilizando a integração digital e a engenharia inteligente contribuíram sobremaneira em direção à tecnologia futurística (MUHURI; SHUKLA; ABRAHAM, 2019).

A Indústria 4.0 representa a evolução das Revoluções Industriais ocorridas até o momento. A Primeira ocorreu entre os séculos XVIII e XIX e foi representada pela introdução de sistemas de fabricação mecânica utilizando água e energia a vapor. Já a Segunda Revolução Industrial data do final do século XIX e é pautada pela produção em massa e energia elétrica. Na sequência, no século XX, a Terceira Revolução Industrial teve como referência a utilização da Tecnologia da Informação (TI) em sistemas de produção manufatureira (XU; XU; LI, 2018).

Já a Quarta Revolução Industrial está relacionada à integração de todo ecossistema industrial promovendo soluções totalmente interligadas e também está ligada às rápidas transformações no *design*, produção, implementação, operação e serviço de sistemas de manufatura e respectivos produtos e componentes (OBERER; ERKOLLAR, 2018; XU; XU;

LI, 2018). Para obter o máximo das tecnologias e vantagens proporcionadas pela Indústria 4.0, as organizações precisam investir em recursos como: dados e conectividade, análise e inteligência, conversão para o mundo físico e interação homem-máquina. Além disso, esse investimento é considerado vital para as empresas que buscam acompanhar as tendências emergentes na produção (MEDIC *et al.*, 2019).

Novas possibilidades podem ser viabilizadas pela Indústria 4.0, que tem como componentes: *Big Data*; simulação dos sistemas de produção; Internet das Coisas (IoT); Sistemas Ciberfísicos; Computação em nuvem; Realidade virtual; Segurança cibernética; Robôs colaborativos; Comunicação máquina-a-máquina. Reconhecendo a importância de todos esses componentes – que são discutidos oportunamente neste artigo –, é indubitável a necessidade das empresas se atentarem e darem a devida atenção aos movimentos da Quarta Revolução Industrial, uma vez que impacta diretamente em modelos de negócios, estratégias organizacionais e possui potencial de grandes oportunidades às empresas (MOEUF *et al.*, 2017).

Dada evidente relevância da temática e em atenção relativa à evolução, tendências e desdobramentos da Indústria 4.0, a lacuna identificada – com base nas pesquisas realizadas na base de dados *Web of Science* até o momento – é que há necessidade de realizar um estudo bibliométrico que apresente de maneira ordenada os principais países, anos de publicações, autores mais citados e que mais publicam, periódicos e palavras-chave recorrentes, além de identificar desdobramentos e tendências nessa temática.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é realizar uma análise da produção científica internacional na temática de Indústria 4.0. Sendo assim, o artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre Indústria 4.0; a Seção 3 apresenta a metodologia utilizada no estudo; a Seção 4 apresenta os resultados e, por fim, as considerações finais e perspectivas são apresentadas na Seção 5.

### 2.1.2 Referencial Teórico

As forças propulsoras da evolução dos sistemas de produção são as demandas das pessoas ao longo da história e o crescente entendimento das empresas da necessidade de gerar valor aos consumidores. Variáveis como tempo de atendimento, qualidade do produto ou serviço, preço, variedade e volume são pontos de extrema atenção por parte das organizações. A Primeira Revolução Industrial, ou também Indústria 1.0, teve como foco a transição da sociedade feudal para sociedade industrial e marcada pelas máquinas a vapor. Já a Segunda Revolução Industrial ou Indústria 2.0 representa um notório avanço na capacidade produtiva

das empresas e como fator chave a eletricidade. A Terceira Revolução Industrial ou Indústria 3.0 é marcada pela incorporação da tecnologia no que tange à informática, eletrônica, comunicação e robótica (YIN; STECKE; LI, 2018).

A Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 é a combinação entre sistemas de operações de manufatura e tecnologias de comunicação e informação. E, como resultado, sob o ponto de vista do mercado, são oferecidas aos clientes soluções cada vez mais tecnológicas. Sob a ótica do ambiente interno da empresa, obtêm-se tempos de programação de máquina menores, altos níveis de produtividade e redução significativa de custos operacionais. Ademais, são possibilitadas às empresas uma produção flexível, análise de dados em larga escala e em tempo real e melhorias na tomada de decisão nos níveis estratégico, tático e operacional (DALENOGARE *et al.*, 2018).

Existem características inerentes à Indústria 4.0: integração horizontal, integração vertical e suporte de engenharia. A primeira, integração horizontal, refere-se à integração informatizada de todas as atividades da empresa – desde o pedido do cliente, produção até transporte e logística. A segunda, integração vertical está relacionada à integração de todos os níveis organizacionais da empresa – níveis operacional, tático e estratégico. E a terceira característica é o suporte de engenharia que está vinculado aos bens produzidos – desde a pesquisa, o desenvolvimento e a produção do produto (UNGERMAN; DEDKOVA; GURINOVA, 2018b).

Os principais componentes da Indústria 4.0 são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Componentes da Indústria 4.0

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS
<i>Big Data</i>	Conjunto de dados de uma empresa e possibilita maior capacidade de tomada de decisões mais acertada gerando valor para o negócio. Trata-se de uma ferramenta essencial nas relações organizacionais uma vez que possibilita aumento da produtividade, redução de custos e tomada de decisões mais efetivas.
Simulação dos sistemas de produção	Possibilidade de analisar o desempenho de um produto e desempenho da linha de produção. A partir disso, é possível otimizar processos e operações da empresa, além da integração de todo sistema de produção.
Internet das Coisas (IoT)	Interconexão de dispositivos (como computador, <i>smartphone</i> , <i>tablet</i> etc.) a fim de reunir e transmitir dados em tempo real com o objetivo de automatizar tarefas (exemplo: mapeamento do hábito de compra do consumidor; sensores inteligentes que apresentem em tempo real a necessidade de manutenção de equipamentos; interconexão da produção e logística – manufatura inteligente).
Sistemas Ciberfísicos	Utilização de algoritmos que viabilizam o controle e monitoramento de sistemas e usuários de modo que haja uma comunicação sistêmica e dê respostas em tempo real.

Computação em nuvem	Disponibilização e troca de informações entre vários sistemas e redes e que possa ser acessada de qualquer lugar, o tempo todo e em a partir de qualquer dispositivo.
Realidade virtual	Utilização de tecnologias de realidade virtual – como óculos inteligentes – para simular ambientes e/ou objetos e que podem ser utilizados para aprimorar o design ou realizar uma apresentação de um protótipo, por exemplo.
Segurança cibernética	Proteção de redes de empresas e usuários de ataques cibernéticos, que podem se aproveitar de alguma vulnerabilidade do sistema e invadir, manipular ou até mesmo roubar dados e/ou informações confidenciais.
Robôs colaborativos	Amplamente utilizados na automação de processos industriais repetitivos, como embalagem, inspeções, carga/descarga, aplicação e leitura de código de barras, aplicação de etiquetas etc.
Comunicação máquina-a-máquina	Gestão autônoma das máquinas e que possibilita ganhos de produtividade e mapeamento de gargalos em processos produtivos.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Moeuf et al. (2017, p. 4).

No entanto, as organizações precisam se atentar não só às características e componentes, mas também aos trabalhadores, uma vez que eles são afetados diretamente pelo novo formato de trabalho no que se refere à automação de processos, novos procedimentos a serem seguidos e combinação de métodos de trabalho. Esses fatores é que vão possibilitar a interoperabilidade de todo sistema da empresa, viabilizar a transparência e o fluxo de informações, permitir a identificação de *gaps* na produção e oportunizar tomadas de decisão cada vez mais descentralizadas e efetivas a fim de propiciar integração e eficiência operacional (LONGO; NICOLETTI; PADOVANO, 2017).

Os funcionários passam a experimentar um cenário ainda mais complexo dentro das organizações e precisam apresentar competências como flexibilidade e adaptabilidade, aprendizagem contínua, inovação e criatividade, iniciativa e disposição, resiliência, liderança, trabalho em equipe, comunicação, negociação, pensamento sistêmico, planejamento, resolução de problemas, tomada de decisão e autonomia. Além disso, é imprescindível que as empresas se debruem no desenvolvimento dessas competências com o objetivo de certificar que os trabalhadores estão sendo realmente incorporados ao contexto da Indústria 4.0 juntamente com todo aparato tecnológico (SOUZA; SANTOS, 2020).

A implementação da Indústria 4.0 pode ser viabilizada a partir de cinco fatores: 1) Política Industrial: baseada no desenvolvimento de novos modelos de negócios; 2) Políticas de Emprego: criação de postos de trabalho que demandem pessoas qualificadas; 3) Segurança dos Dados: medidas de proteção de dados confidenciais de empresas e usuários; 4) Política de Médias Empresas: ações voltadas ao fomento de inovação em empresas de médio porte; 5)

Regulamentação: formas que apresentem exemplos de aplicação da Indústria 4.0 para obter vantagem competitiva no mercado (MANA *et al.*, 2018).

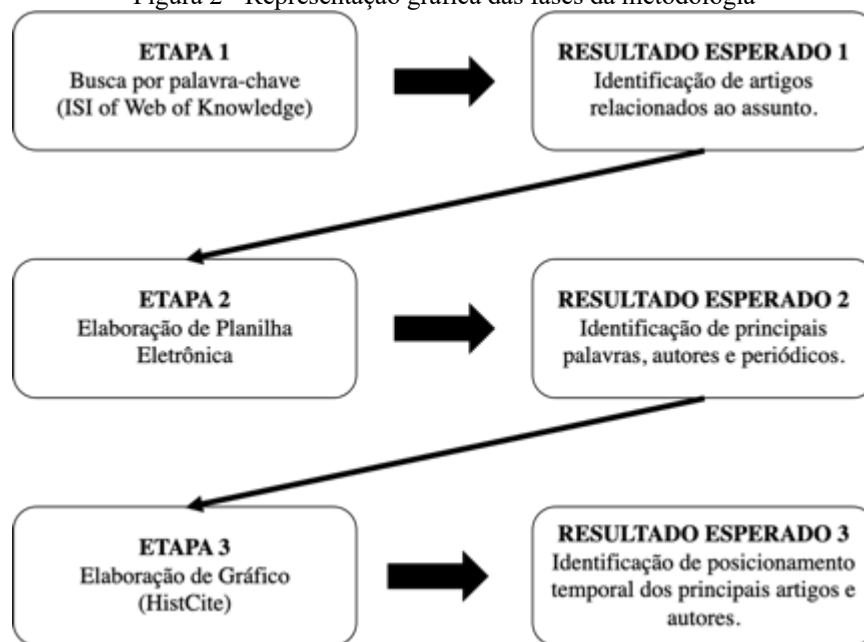
É fato que a Indústria 4.0 promove mudança de paradigmas na gestão de pequenas, médias e grandes empresas e, na mesma medida, oferece oportunidades crescentes de melhoria do planejamento, desenvolvimento, controle e tomadas de decisão mais efetivas. A expectativa é que a Indústria 4.0 tenha como consequências a geração de mais postos de trabalho, novos modelos de negócios, aprimoramento da experiência com o cliente, desenvolvimento de competências de trabalhadores e aumento da competitividade das empresas (MARESOVA *et al.*, 2018).

Paralelos às mudanças e expectativas, existem também os desafios em virtude da crescente interligação de processos intra e inter empresas que estão em fase de planejamento, introdução ou maturação da Indústria 4.0. Os desafios existentes são: Análises e estratégias do negócio; Planejamento e implementação do novo modelo; Cooperação e *network* objetivando a criação de alianças estratégicas entre os parceiros da organização; Gestão dos novos modelos de negócios; Gestão de pessoas nesse novo contexto; Gestão da mudança e liderança. Certamente, esses desafios servirão como norteadores e motivadores de acadêmicos, pesquisadores e gestores nessa promissora revolução que é a Indústria 4.0 (SCHNEIDER, 2018).

### 2.1.3 Procedimentos Metodológicos

A metodologia proposta para este trabalho baseia-se na pesquisa bibliográfica e na aplicação de procedimentos da bibliometria, com o objetivo de apresentar um levantamento bibliográfico e quantificar a literatura sobre Indústria 4.0 no período de 1990 a 2020, no entanto, foram encontrados artigos publicados a partir de 2014 nas áreas de interesse selecionadas. A Figura 2 apresentam-se as etapas propostas na metodologia e os principais resultados esperados em cada fase.

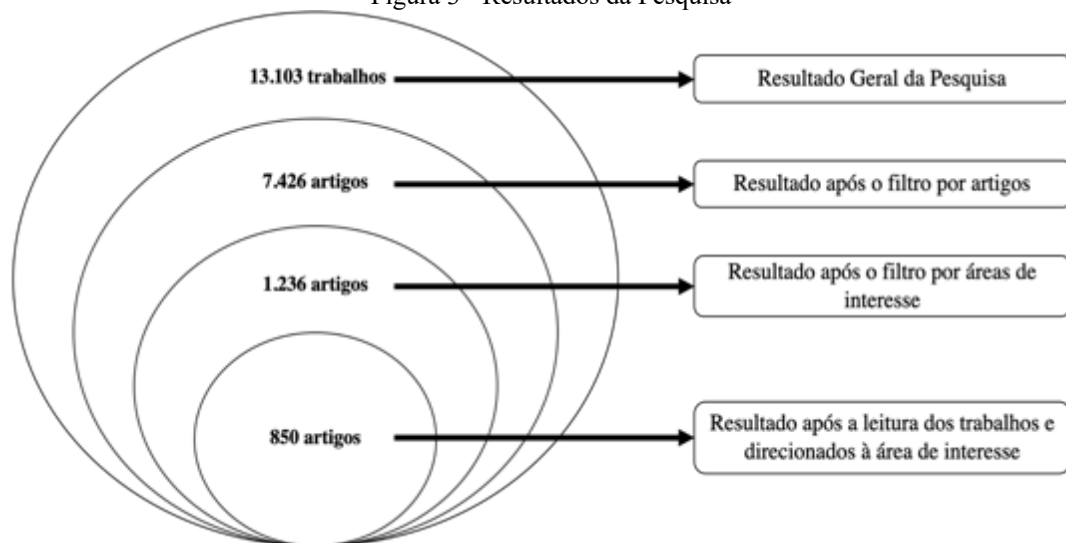
Figura 2 - Representação gráfica das fases da metodologia



Fonte: elaborado pelos autores.

A base de dados utilizada para execução da pesquisa foi *ISI Web of Science* em virtude de sua relevância e abrangência, por ser utilizada em 81 países e possuir mais de 21 mil *Journals* indexados desde 1900 em mais de 250 áreas da academia (THOMSON REUTERS, 2020). A amostra inicial de trabalho foi obtida por meio de pesquisa na referida base de dados a partir das palavras-chave “*industr\* 4.0*” OR “*4th industrial revolution*” OR “*fourth industrial revolution*”, usando apenas a seleção de artigos, o que resultou em 850 trabalhos – até 23 de setembro de 2020. As áreas de interesse selecionadas foram: Engenharia Manufatureira/Fabricação, Engenharia Industrial, Gestão e Engenharia Multidisciplinar. Com a leitura dos trabalhos, foram selecionados os mais direcionados à área de interesse, restringindo a amostra para 850 artigos. A Figura 3 apresentam-se detalhadamente os resultados obtidos a partir da pesquisa.

Figura 3 - Resultados da Pesquisa



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir desta seleção, foi criado um banco de dados com o auxílio do *VoS Viewer* e da ferramenta *HistCite, software* que facilita a visualização dos resultados de buscas realizadas no *ISI Web of Science* por meio de estrutura de históricos e relacionamentos (GARFIELD; SOREN; WOLFGANG, 2006). Os dados obtidos relacionam nomes dos artigos, principais palavras, artigos por autores, periódicos em que os trabalhos foram publicados e anos de publicação.

Pela análise desses dados foi possível detalhar aspectos da amostra coletada referente aos principais países, aos autores mais citados e que mais publicaram, aos periódicos que apresentam maior número de publicações e às palavras mais frequentes. Esses aspectos corroboram para analisar a evolução, tendências e desdobramentos da Indústria 4.0.

#### 2.1.4 Resultados e Discussões

Esta seção dedica-se a apresentar e discutir os principais achados da pesquisa obtidos a partir da metodologia empregada e apresentada na seção anterior. Além disso, trata-se de uma forma de analisar a evolução, tendências e desdobramentos da Indústria 4.0 no que tange à produção acadêmica referente à temática.

A partir dos dados analisados, nota-se que a China é o país que mais tem pesquisado sobre Indústria 4.0, representando 11,76% das publicações. A Itália possui 10,35% das publicações e é seguida pelos Estados Unidos, com 9,88%, e Alemanha com 9,29% das publicações. O Brasil também está nesta lista em sétimo lugar com 6,35% das publicações. Pode-se observar que as publicações têm se concentrado em países desenvolvidos. No entanto, há um crescente interesse global pela temática de Indústria 4.0.



Tabela 1 - Principais Países

n	PAÍS	RECS <sup>1</sup>	TGCS <sup>2</sup>
1	China	100	1032
2	Itália	86	636
3	EUA	83	1780
4	Alemanha	79	1900
5	Inglaterra	69	756
6	Espanha	54	193
7	Brasil	52	822
8	Polônia	48	295
9	França	41	843
10	África do Sul	39	174

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software HistCite*.

É evidenciado pelo Gráfico 1 o crescimento exponencial nos últimos 6 anos de publicações e, conseqüentemente, de interesse em estudos relacionados à Indústria 4.0. A partir das áreas de interesse consideradas nesta pesquisa – Engenharia Manufatureira/Fabricação, Engenharia Industrial, Gestão e Engenharia Multidisciplinar –, nota-se que o primeiro estudo é de 2014 e, a partir de então, houve aumento significativo das publicações nas áreas selecionadas. Relaciona-se a esse fato a evidente e legítimo interesse por parte das empresas em se atentarem aos novos processos, métodos de trabalho e possibilidades viabilizadas pela Indústria 4.0 (KASAPOGLU, 2018; LONGO; NICOLETTI; PADOVANO, 2017).

Gráfico 1 - Principais Anos de Publicações



Fonte: elaborado pelos autores.

Entre os anos 2018 e 2019 houve um aumento de 130,53% nas publicações nessa temática, fato que reforça o argumento do exponencial interesse na temática, o percentual de aumento é ainda mais significativo quando observado entre os anos de 2014 e 2020, o estudo de Liao *et al.* (2017) sustenta o fato de que a Indústria 4.0 tem ganhado considerável atenção entre pesquisadores e acadêmicos ao redor do mundo. O ano de 2020 não foi considerado integralmente na pesquisa – em virtude da pesquisa ter ocorrido até o dia 23 de setembro de 2020 conforme mencionado na seção de Metodologia, porém, a linha de tendência continua

<sup>1</sup> RECS: número de registros encontrados na amostra (CLARIVATE, 2020).

<sup>2</sup> TGCS: número de citações na *Web of Science* (CLARIVATE, 2020).

crescente. O Gráfico 1 atende à Lei de Bradford, uma vez que mostra a evolução histórica dos principais anos de publicações (RODRIGUES; VIERA, 2016).

A Tabela 2 corresponde à Lei de Lotka, uma vez que apresenta os 10 autores que mais publicaram e mais citados dentro das áreas de interesse selecionadas para realização desta pesquisa (RODRIGUES; VIERA, 2016). Como pode ser observado, não há autores com números expressivos de publicações sobre o tema, no entanto, há números significativos no que se refere ao número de citações que esses autores receberam.

Tabela 2 - Principais Autores

N	AUTOR	RECS <sup>3</sup>	TGCS <sup>4</sup>
1	Xu X	9	218
2	Voigt KI	7	212
3	Tortorella GL	6	154
4	Chen Y	5	1
5	Dolgui A	5	366
6	Garza-Reyes JA	5	66
7	Kumar M	5	2
8	Kumar S	5	15
9	Lamour S	5	147
10	Li D	5	130

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software HistCite*.

Fato interessante de destacar é que os autores não foram citados em artigos da base de dados utilizada para esta pesquisa bibliométrica, contudo, foram citados em trabalhos de outras áreas do conhecimento, não consideradas por este estudo.

Na análise de resultados, foram identificados 201 diferentes periódicos, porém, apesar do número considerável, três desses periódicos publicaram cerca de 17% dos trabalhos considerados nesta pesquisa. É relevante apontar que a área de Ciência e Tecnologia é a que mais publica sobre o tema. A Tabela 3 apresenta os principais periódicos acerca da pesquisa realizada e atende à Lei de Bradford, por mostrar os periódicos mais prolíficos na temática (RODRIGUES; VIERA, 2016).

Tabela 3 - Principais Periódicos

n	PERIÓDICO	RECS <sup>5</sup>	TGCS <sup>6</sup>
1	<i>Applied Sciences-Basel</i>	59	123
2	<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i>	46	159
3	<i>International Journal of Production Research</i>	43	1707
4	<i>Ieee Transactions on Industrial Informatics</i>	34	679
5	<i>Computers &amp; Industrial Engineering</i>	28	297
6	<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	21	209
7	<i>Production Planning &amp; Control</i>	20	169
8	<i>International Journal of Computer Integrated Manufacturing</i>	19	117

<sup>3</sup> RECS: número de registros encontrados na amostra (CLARIVATE, 2020).

<sup>4</sup> TGCS: número de citações na *Web of Science* (CLARIVATE, 2020).

<sup>5</sup> RECS: número de registros encontrados na amostra (CLARIVATE, 2020).

<sup>6</sup> TGCS: número de citações na *Web of Science* (CLARIVATE, 2020).

9	<i>South African Journal of Industrial Engineering</i>	18	46
10	<i>Systems Research and Behavioral Science</i>	17	24

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software HistCite*.

A partir dos 850 artigos selecionados nesta pesquisa bibliométrica, as 10 principais palavras que são recorrentes nos trabalhos considerados são: *industry, manufacturing, based, industrial, smart, systems, production, digital, system, management*. As palavras confirmam o direcionamento à temática deste trabalho.

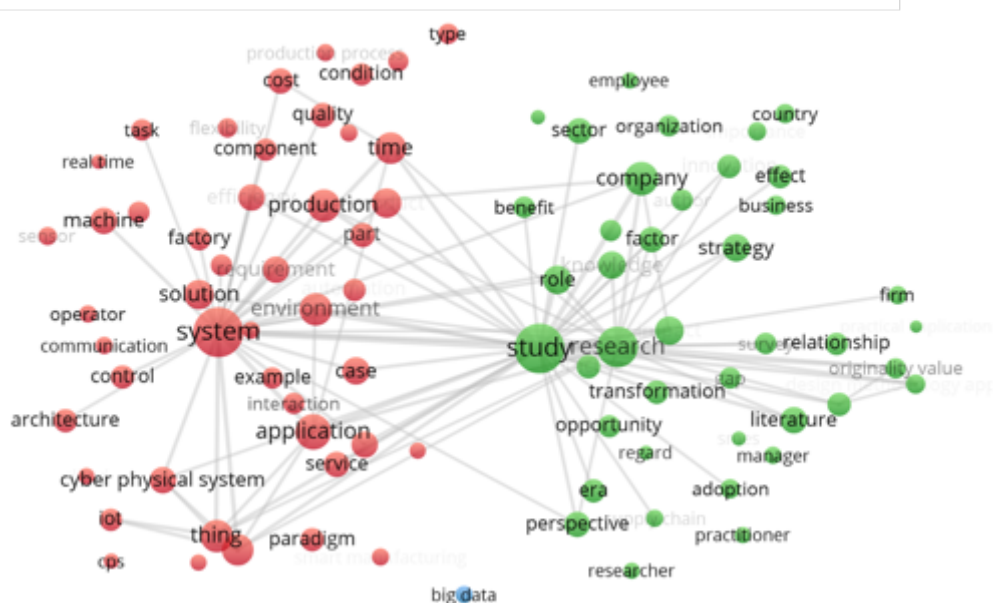
Tabela 4 - Principais Palavras

n	PALAVRAS	RECS	TGCS
1	<i>Industry</i>	356	4537
2	<i>Manufacturing</i>	160	2500
3	<i>Based</i>	99	650
4	<i>Industrial</i>	93	1306
5	<i>Smart</i>	79	856
6	<i>Systems</i>	75	1020
7	<i>Production</i>	74	780
8	<i>Digital</i>	60	432
9	<i>System</i>	59	245
10	<i>Management</i>	55	533

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software HistCite*.

Ademais, é possível analisar também as relações entre as palavras dos 850 artigos selecionados pela pesquisa a partir de uma perspectiva mais ampla, sistêmica e que apresenta os desdobramentos da Indústria 4.0, conforme apresenta a Figura 4. A Figura 4 atende à Lei de Zipf, considerando que evidencia as principais abordagens acerca da temática (RODRIGUES; VIERA, 2016).

Figura 4 - Desdobramentos entre as principais palavras



Fonte: elaborado pelos autores.



esteja destacada pela cor vermelha, fato que pode ser explicado pelo fato de estudos na temática de Indústria 4.0 ainda serem incipientes.

#### 2.1.5 Considerações Finais

Considera-se que o objetivo do estudo foi alcançado – realizar uma análise da produção científica na temática de Indústria 4.0 – e, de forma complementar, foram identificados desdobramentos e tendências acerca da temática.

Os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliométrica apontaram que os principais desdobramentos da temática estão associados ao contexto corporativo e nas seguintes variáveis: funcionários, gestores, fábricas, estratégia, negócios, oportunidades, aplicações, produções e qualidade. Fato que é importante para os meios acadêmico e gerencial, uma vez que viabiliza novos estudos, perspectivas e aprofundamento no assunto.

Relativo às tendências de estudos acerca da Indústria 4.0, pode-se afirmar que, a partir dos resultados obtidos por este estudo, há uma concentração crescente de estudos relacionados aos sistemas de produção, operadores, aplicações e oportunidades da Indústria 4.0. Adicionalmente, a área que possui mais estudos é de Ciência e Tecnologia e os países mais prolíficos são China, Itália, Estados Unidos e Alemanha.

Portanto, há um evidente e exponencial interesse em aspectos da Indústria 4.0, porém, ainda há lacunas a serem exploradas no que tange às variáveis do contexto corporativo. Dessa forma, para estudos futuros, sugere-se o aprofundamento nas variáveis apresentadas a fim de proporcionar o entendimento ao meio acadêmico e gerencial das organizações que estão em fase de planejamento e implementação da Indústria 4.0.

## 2.2 Artigo 2: Análise da Produção Mundial na temática de Competências de 2017 até 2021

Artigo publicado nos anais do Simpósio de Excelência em Tecnologia e Gestão SEGET:  
<[https://www.aedb.br/seget/Revista\\_Seget\\_2021.pdf](https://www.aedb.br/seget/Revista_Seget_2021.pdf)>

### Resumo

Competências tem impacto direto na atuação estratégica dos recursos humanos e vantagem competitiva das organizações. Trata-se de um assunto amplamente debatido por acadêmicos e gestores e que requer atenção às tendências e desdobramentos. O objetivo deste artigo foi realizar uma análise da produção científica mundial na temática de Competências. Foi utilizada a base de dados *Web of Science* e foram encontrados 208.589 trabalhos até 2021. A partir da amostra selecionada, as publicações envolveram 334 autores, de 53 países, 208 instituições e 62 diferentes periódicos. Os países que mais tiveram artigos publicados foram EUA, Inglaterra e China e os periódicos mais prolíficos foram *Industrial Marketing Management*, *International*

*Journal of Production Economics, Journal of Business Research, Journal of Management.* O artigo mais citado recebeu 176 citações. De acordo com o período analisado, os principais estudos de competência estão associados às temáticas de Indústria 4.0, Inteligência Artificial, operadores da Indústria 4.0, Fábricas de Aprendizagem, inovação e estratégias.

**Palavras-chave:** Competências; Pesquisa Bibliométrica; Tendências.

### 2.2.1 Introdução

Aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e demográficos criam novas demandas para as organizações e levam pesquisadores e acadêmicos à produção de estudos com a finalidade de ordenar fenômenos, conceitos, técnicas e viabilizar conhecimento acerca do futuro do trabalho (SANTANA; COBO, 2020).

No que tange à temática de competências, Dias et al. (2013) oferecem uma abordagem interessante acerca do conceito de competências, assim como também fizeram outros autores (BRANDÃO, 2020; BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001; DUTRA, 2017; FLEURY; FLEURY, 2001; HAMEL; PRAHALAD, 1995; JAVIDAN, 1998; LE BOTERF, 2000; MCCLELLAND, 1973; MILLS et al., 2002; PARRY, 1988; PRAHALAD; HAMEL, 2000; RUAS, 2005; ZARIFIAN, 2001; CARBONE *et al.*, 2009).

Dutra (2016) explica que as competências revelam a realidade complexa das organizações, sobretudo porque o autor define competências como as entregas esperadas das pessoas e afirma que uma equipe competente requer a harmonização das competências individuais de cada membro.

Brandão (2020, p. 1) declara que “a competência no trabalho tem sido gerenciada nas organizações na expectativa de influenciar positivamente o desempenho de profissionais e da própria organização”. De forma complementar, Souza e Santos (2020) afirmam que o investimento em competências permite vantagem competitiva e aumenta a capacidade de atuação estratégica dos recursos humanos da empresa em cenários competitivos e instáveis.

Sustentado na relevância da temática e com interesse e atenção relativo às tendências e desdobramentos de competências é que este estudo foi organizado e desenvolvido. A lacuna identificada – com base nas pesquisas realizadas na base de dados *Web of Science* até o momento – é que há necessidade de realizar um estudo bibliométrico que apresente de maneira ordenada os principais países, estudos mais citados nos últimos anos, periódicos e palavras-chave recorrentes, além de identificar desdobramentos e tendências nessa temática.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é realizar uma análise da produção científica mundial na temática de Competências nos últimos cinco anos. Com base nisso, este estudo está

organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre Competências; a Seção 3 apresenta a metodologia utilizada no estudo; a Seção 4 apresenta os resultados e, por fim, na Seção 5 são apresentadas as considerações finais.

### 2.2.2 Referencial Teórico

O conceito de competência é amplamente debatido na academia (BRANDÃO, 2020; BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001; DUTRA, 2017; FLEURY; FLEURY, 2001; HAMEL; PRAHALAD, 1995; JAVIDAN, 1998; LE BOTERF, 2000; MCCLELLAND, 1973; MILLS et al., 2002; PARRY, 1988; PRAHALAD; HAMEL, 2000; RUAS, 2005; ZARIFIAN, 2001; CARBONE *et al.*, 2009) e é unânime a importância do conceito para a gestão de empresas e alinhamento de indivíduos, grupos e organização em termos de alinhamento de objetivos, estabelecimento e condução de estratégias e internalização da missão.

Existem duas principais perspectivas acerca da temática de competências: abordagem americana e francesa. A primeira está alinhada com a lógica taylorista de gestão, em que as pessoas são adequadas para as suas funções a partir da definição dos conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para o cargo ou grupo que devem ocupar, acredita-se que são as capacidades humanas que justificam o alto desempenho dos seus trabalhadores (DUTRA, 2017). Já a abordagem francesa prioriza a maneira com que os indivíduos mobilizam seu repertório de conhecimentos e habilidades em um determinado contexto, para gerar valor para o meio em que está inserido, em outras palavras, existe uma conexão entre as competências e os saberes do indivíduo (FLEURY; FLEURY, 2001; DUTRA, 2017).

Nessa perspectiva da abordagem francesa, o modelo de competências para a gestão de organizações é justificado devido a três transformações do mundo do trabalho que são: a) Noção de incidente: já que cada vez mais as organizações lidam com situações de trabalho imprevistas e não programadas que obrigam as organizações deixarem de utilizar o sistema de tarefas pré-definidas para cada pessoa, demandando também que os funcionários mobilizem constantemente novos recursos para resolver situações de trabalho inesperadas; b) Noção de comunicação: as pessoas precisam compreender quem são e compreenderem também os outros, além dos objetivos organizacionais de onde atuam; c) Noção de serviço: as organizações precisam ter como centralidade, em todas suas atividades, a ideia de atender um cliente externo ou interno (ZARIFIAN, 2001).

De acordo com Dutra (2013, p.16) as principais abordagens da literatura acerca da temática de Competências são as apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de Abordagem Competência

<b>Competências Individuais</b>	Referem-se à competência de indivíduos, cuja entrega é resultante de trabalho individual.
<b>Competências Coletivas ou Grupais</b>	Referem-se a competências coletivas, cuja entrega é resultado coletivo.
<b>Competências da Organização</b>	Refere-se a competências que dizem respeito à estratégia da empresa e são evidentemente também competências coletivas.

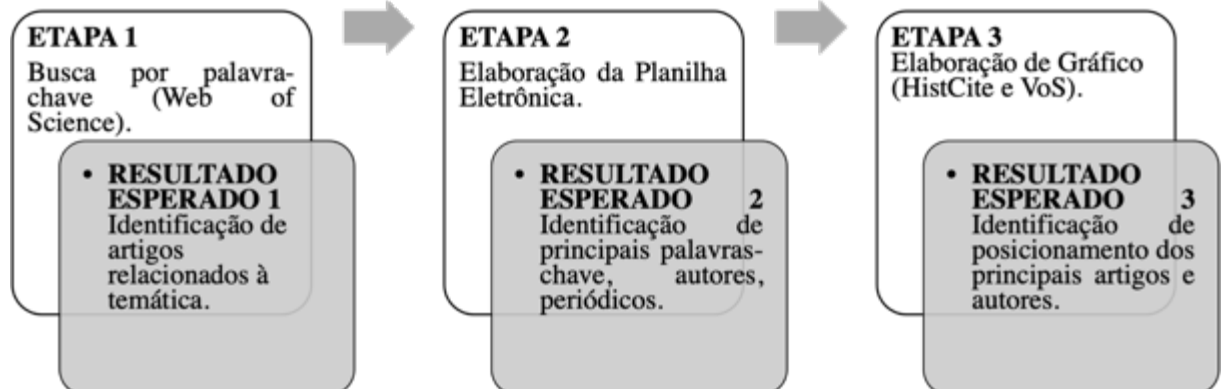
Fonte: elaborado pelos autores a partir de Dutra (2013, p. 16).

De acordo com Brandão (2020), as competências individuais afetam as competências grupais e que, simultaneamente, afetam também as competências da organização – e vice-versa. Sendo este o caminho, ainda segundo o autor, é um desafio para as organizações gerenciar e compreender esse processo em virtude da complexidade. No entanto, as empresas têm obtido resultados positivos acerca do gerenciamento de competências, uma vez que os ganhos estão atrelados ao desempenho dos funcionários, equipe e também da própria empresa. Além disso, o resultado positivo também abre caminhos para efetividade em processos de planejamento, captação, desenvolvimento, avaliação e retenção de pessoas nas organizações.

### 2.2.3. Procedimentos Metodológicos

Com o objetivo de realizar uma análise da produção científica mundial na temática de Competências nos últimos cinco anos, a metodologia proposta para este trabalho baseia-se na pesquisa bibliográfica e na aplicação de procedimentos da bibliometria, para isso, foram considerados os anos de 2017 até 2021. Na Figura 2 apresentam-se as etapas propostas na metodologia e os resultados esperados em cada fase.

Figura 6 - Representação gráfica das fases da metodologia

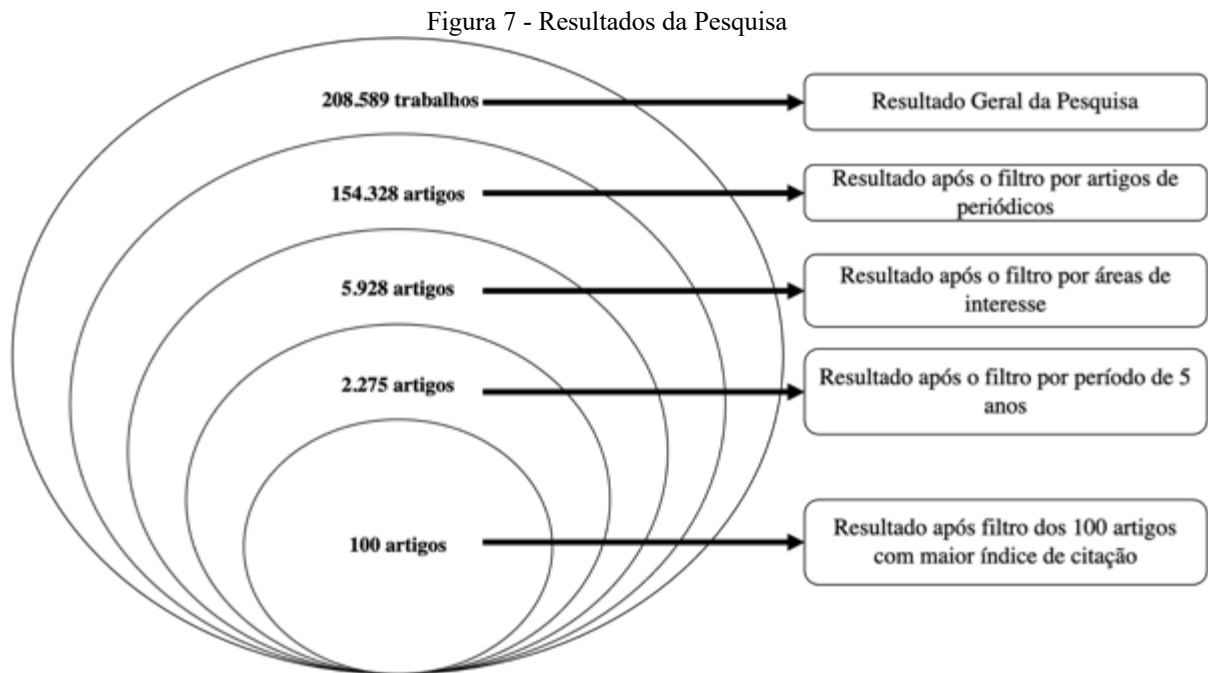


Fonte: elaborado pelos autores.



A base de dados utilizada para execução da pesquisa foi *ISI Web of Science* em virtude de sua relevância e abrangência, por ser utilizada em 81 países e possuir mais de 21 mil *Journals* indexados desde 1900 em mais de 250 áreas da academia (THOMSON REUTERS, 2020).

A amostra inicial de trabalho foi obtida por meio de pesquisa na referida base de dados a partir das palavras-chave “*competenc\**”, usando apenas a seleção de artigos, o que resultou em 7.426 trabalhos – até 10 de maio de 2021. As áreas de interesse selecionadas foram: Engenharia Manufatureira/Fabricação, Engenharia Industrial, Gestão e Engenharia Multidisciplinar. Com a leitura dos trabalhos, foram selecionados os mais direcionados à área de interesse, restringindo a amostra para os 100 artigos mais citados da base de dados *Web of Science*. Na Figura 7 apresentam-se detalhadamente os resultados obtidos a partir da pesquisa.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir desta seleção, foi criado um banco de dados com o auxílio do *VoS Viewer* e da ferramenta *HistCite*, *software* que facilita a visualização dos resultados de buscas realizadas no *ISI Web of Science* por meio de estrutura de históricos e relacionamentos (GARFIELD; SOREN; WOLFGANG, 2006). Os dados obtidos relacionam nomes dos artigos, principais palavras, artigos por autores, periódicos em que os trabalhos foram publicados e anos de publicação. A partir da análise desses dados foi possível detalhar a amostra coletada referente aos principais países, aos periódicos que apresentam maior número de publicações e fator de impacto, as palavras mais frequentes e tendências na temática de Competências.

#### 2.2.4. Resultados e Discussões

Esta seção tem como objetivo apresentar e discutir os principais resultados da pesquisa obtidos a partir da metodologia utilizada para este estudo. Além disso, trata-se de uma forma de analisar a evolução, tendências e desdobramentos da temática de Competências no que tange à produção acadêmica referente à temática.

A amostra deste estudo envolveu 53 países distintos, além disso, observa-se que os Estados Unidos são o país que se sobressaem em número de estudos publicados, representando 17% das publicações. A Inglaterra possui 12% das publicações e, na sequência, está a China com 10% das publicações. O Brasil não aparece no *ranking* dos 10 principais países elencados pela Tabela 5. Nota-se a predominância de publicações entre países desenvolvidos.

Tabela 5 - Principais Países

<b>n</b>	<b>PAÍS</b>	<b>RECS<sup>7</sup></b>
1	EUA	17
2	Inglaterra	12
3	China	10
4	Índia	8
5	Malásia	7
6	Espanha	6
7	França	5
8	Itália	5
9	Paquistão	5
10	Austrália	3

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software HistCite*.

Conforme apresenta a Tabela 6, foram identificados 62 periódicos distintos e a média do fator de impacto dos *journals* é de 4.13, fato que sustenta preocupação com a qualidade da amostra deste trabalho. Os periódicos mais prolíficos dentro dos critérios analisados foram: *Industrial Marketing Management*, *International Journal Of Production Economics*, *Journal Of Business Research*, *Journal Of Management*.

Tabela 6 - Principais Periódicos

<b>JOURNAL</b>	<b>QUANTIDADE DE ARTIGOS</b>	<b>FATOR DE IMPACTO</b>
<b>1</b> <i>Industrial Marketing Management</i>	4	6.51
<b>2</b> <i>International Journal of Production Economics</i>	4	6.34
<b>3</b> <i>Journal of Business Research</i>	4	14.79
<b>4</b> <i>Journal of Management</i>	4	22.28
<b>5</b> <i>Business Strategy And The Environment</i>	3	18.04
<b>6</b> <i>Journal of Business Ethics</i>	3	11.65
<b>7</b> <i>Journal of Engineering Education</i>	3	7.81
<b>8</b> <i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	3	14.68
<b>9</b> <i>Production Planning &amp; Control</i>	3	3.60
<b>10</b> <i>Strategic Management Journal</i>	3	16.59

<sup>7</sup> RECS: número de registros encontrados na amostra (CLARIVATE, 2020).

11	<i>Technological Forecasting And Social Change</i>	3	18.07
12	<i>Academy of Management Annals</i>	2	32.86
13	<i>Academy of Management Journal</i>	2	18.28
14	<i>Academy of Management Review</i>	2	15.57
15	<i>Asia Pacific Journal of Innovation And Entrepreneurship</i>	2	Fator de impacto indisponível para consulta.
16	<i>Computers &amp; Industrial Engineering</i>	2	4,13
17	<i>International Business Review</i>	2	11.99
18	<i>International Journal of Engineering Education</i>	2	2.59
19	<i>International Journal of Production Research</i>	2	16.97
20	<i>International Marketing Review</i>	2	8.81
21	<i>Journal of Organizational Behavior</i>	2	14.04
22	<i>Journal of World Business</i>	2	17.49
23	<i>Small Business Economics</i>	2	12.82
24	<i>Academy of Management Perspectives</i>	1	13.37
25	<i>Ad-Minister</i>	1	Fator de impacto indisponível para consulta.
26	<i>Applied Sciences-Basel</i>	1	2.47
27	<i>British Journal of Management</i>	1	12.21
28	<i>Business Horizons</i>	1	13.43
29	<i>Business Process Management Journal</i>	1	7.23
30	<i>California Management Review</i>	1	21.2
31	<i>Cirp Annals-Manufacturing Technology</i>	1	3.64
32	<i>Eksploatacja I Niezawodnosc-Maintenance And Reliability</i>	1	1.52
33	<i>Entrepreneurship And Sustainability Issues</i>	1	9.73
34	<i>European Journal of Innovation Management</i>	1	8.4
35	<i>Human Factors And Ergonomics In Manufacturing &amp; Service Industries</i>	1	1.12
36	<i>Ieee Transactions On Engineering Management</i>	1	5.62
37	<i>IEEE Transactions On Industrial Informatics</i>	1	24.46
38	<i>International Entrepreneurship And Management Journal</i>	1	12.37
39	<i>International Journal of Accounting Information Systems</i>	1	11.11
40	<i>International Journal of Computer Integrated Manufacturing</i>	1	7.43
41	<i>International Journal of Entrepreneurial Behaviour &amp; Research</i>	1	3.52
42	<i>International Journal of Managing Projects In Business</i>	1	4.56
43	<i>Internet Research</i>	1	12.04
44	<i>Journal of Business Venturing</i>	1	23.51
45	<i>Journal of Competitiveness</i>	1	Fator de impacto indisponível para consulta.
46	<i>Journal of Consumer Research</i>	1	13.74
47	<i>Journal of Innovation &amp; Knowledge</i>	1	6.02
48	<i>Journal of International Business Studies</i>	1	18.82
49	<i>Journal of Management In Engineering</i>	1	14.42
50	<i>Journal of Management Studies</i>	1	13.71
51	<i>Journal of Marketing Management</i>	1	5.64
52	<i>Journal of Product Innovation Management</i>	1	12.17
53	<i>Journal of Professional Issues In Engineering Education And Practice</i>	1	1.71
54	<i>Journal of Service Theory And Practice</i>	1	7.21
55	<i>Journal of Small Business And Enterprise Development</i>	1	6.59
56	<i>Journal of Technology Transfer</i>	1	11.41

57	<i>Long Range Planning</i>	1	18.64
58	<i>Management Decision</i>	1	8.65
59	<i>Marketing Letters</i>	1	5.23
60	<i>Qualitative Market Research</i>	1	4.88
61	<i>Supply Chain Management-An International Journal</i>	1	4.72
62	<i>Technovation</i>	1	13.32

Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com os 100 artigos selecionados nesta pesquisa bibliométrica, as 10 palavras recorrentes nos trabalhos considerados são: *entrepreneurial, based, role, competencies, digital, model, case, learning, performance, business*. A Tabela 7 apresenta a relação das principais palavras.

Tabela 7 - Principais Palavras

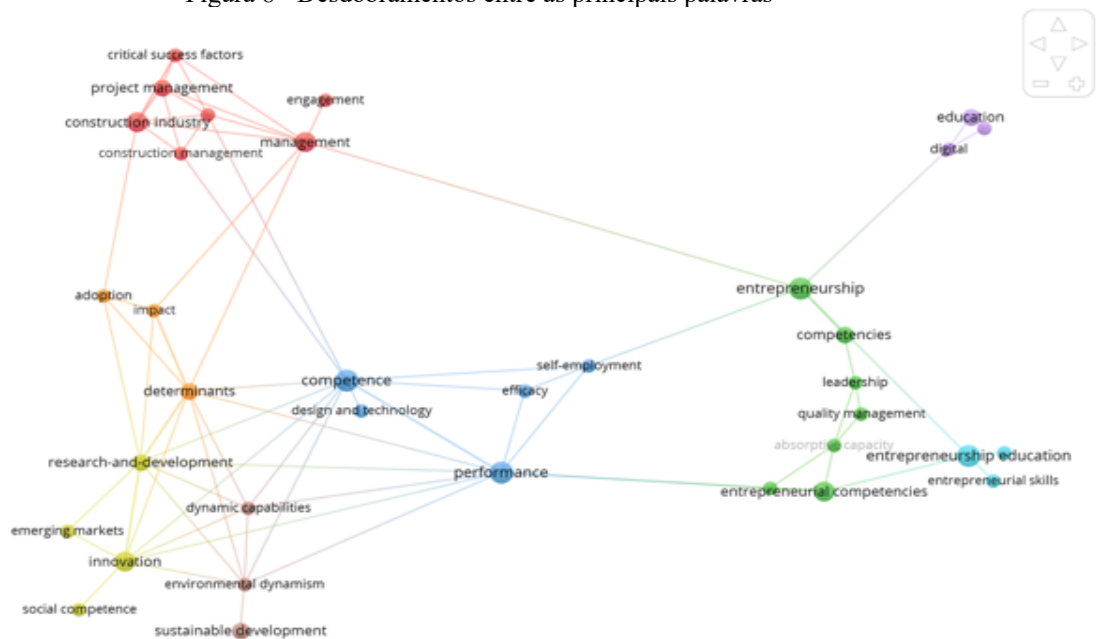
<b>N</b>	<b>PALAVRAS</b>	<b>RECS<sup>8</sup></b>
1	<i>ENTREPRENEURIAL</i>	12
2	<i>ROLE</i>	10
3	<i>COMPETENCIES</i>	9
4	<i>DIGITAL</i>	9
5	<i>MODEL</i>	8
6	<i>CASE</i>	7
7	<i>LEARNING</i>	7
8	<i>PERFORMANCE</i>	7
9	<i>BUSINESS</i>	6
10	<i>COMPETENCY</i>	6

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software HistCite*.

Além disso, de acordo com o que apresenta a Figura 8, é possível analisar a relação entre as palavras dos 100 artigos selecionados pela pesquisa a partir de uma perspectiva sistêmica e que apresenta os desdobramentos da temática de Competências.

<sup>8</sup> RECS: número de registros encontrados na amostra (CLARIVATE, 2020).

Figura 8 - Desdobramentos entre as principais palavras



Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software* VoS.

É interessante analisar também as tendências e a formação de *clusters* entre as palavras acerca da temática da Competências que podem ser norteadores para estudos futuros, conforme apresenta a Figura 9. Os agrupamentos de palavras são formados pelo software VoS de acordo com o número de vezes em que foram usadas em conjunto, ou seja, as palavras formam um *cluster* à medida em que são usadas juntas por mais de uma vez.

Figura 9 - *Clusters* na temática de Competências

Fonte: elaborado pelos autores a partir do *software* VoS.

É possível realizar uma interface entre os agrupamentos – clusters – da Figura 9 e os conceitos de competências. De acordo com Durand (2000) e Ruas (2005) a competência é construída por recursos ou atributos do indivíduo, como conhecimentos, habilidades e atitudes podem estar relacionadas às palavras como liderança e empreendedorismo, já que podem ser competências desenvolvidas pelos indivíduos.

Já as palavras como capacidade dinâmica, desenvolvimento sustentável, dinamismo ambiental, eficácia, performance e tecnologia podem ser relacionadas ao conceito de competências apresentado por Zarifian (2001) e Dutra (2016), que afirmam que a competência agrega valor (econômico ou social) ao indivíduo e à organização em que atua.

As palavras que se referem à Gestão de Projetos, fatores críticos de sucesso, gestão e engajamento, podem ser relacionadas ao conceito de competências de Brandão, Puente-Palacios e Borges (2008) que afirmam que as competências podem influenciar em alguma medida os processos e seus resultados em diferentes níveis organizacionais.

Palavras como competência social, pesquisa e desenvolvimento, mercados emergentes e inovação podem ser relacionadas ao conceito de competências de Brandão (2020), Zarifian (2001) e Carbone (2009), cuja abordagem refere-se ao fato de que as competências podem ser reveladas, evidenciadas ou manifestadas quando a pessoa age frente às situações profissionais com as quais se depara.

Com base nos resultados obtidos a partir deste estudo bibliométrico, as publicações envolveram 334 autores, de 53 países, 208 instituições e 62 diferentes periódicos. A Tabela 8 apresenta a relação dos 10 artigos mais citados de acordo com indicadores da base de dados *Web of Science*. Verifica-se que o artigo mais citado obteve 176 citações, seguido do segundo artigo mais citado com 173 citações e o terceiro mais citado com 120 citações até a data desta pesquisa. Fato interessante de observar é que os artigos apresentam as tendências da temática de competências nos mais diversos âmbitos.

Tabela 8 - Artigos mais citados

TÍTULO DO ARTIGO	AUTORES E ANO	PERIÓDICO	TOTAL DE CITAÇÕES
<i>The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0</i>	Ghobakhloo (2018)	<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	176
<i>Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence</i>	Kaplan e Haenlein (2019)	<i>Business Horizons</i>	173
<i>Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context</i>	Longo; Nicoletti e	<i>Computers &amp; Industrial Engineering</i>	120

	Padovano (2017)		
<i>Organizing for knowledge generation: internal knowledge networks and the contingent effect of external knowledge sourcing</i>	Grigoriou e Rothaermel (2017)	<i>Strategic Management Journal</i>	88
<i>Learning factories for future oriented research and education in manufacturing</i>	Abele et al. (2017)	<i>Cirp Annals-Manufacturing Technology</i>	68
<i>Digitalization and its influence on business model innovation</i>	Rachinger et al. (2019)	<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	67
<i>Exploratory and exploitative innovation: To what extent do the dimensions of individual level absorptive capacity contribute?</i>	Enkel et al. (2017)	<i>Technovation</i>	62
<i>The sources of dynamism in dynamic capabilities</i>	Salvato e Vassolo (2018)	<i>Strategic Management Journal</i>	57
<i>Harnessing Difference: A Capability-Based Framework for Stakeholder Engagement in Environmental Innovation</i>	Watson et al. (2018)	<i>Journal of Product Innovation Management</i>	57
<i>The Dynamics of Open Strategy: From Adoption to Reversion</i>	Appleyard e Chesbrough (2017)	<i>Long Range Planning</i>	57

Fonte: elaborado pelos autores.

O primeiro estudo mais citado pela amostra considerada por este trabalho, apresentou, a partir de uma revisão sistemática da literatura, o estado da arte de estudos sobre a Indústria 4.0, para isso, o estudo analisou 178 estudos e fez considerações acerca de competências, motivações, capacidades, intenções, objetivos, prioridades e orçamentos. O artigo de Ghobakhloo (2018) apresentou um roteiro estratégico para a implementação da Indústria 4.0 e quais são os desafios e exigências às empresas desse processo.

Na sequência, o estudo de Kaplan e Haenlein (2019) dedicou-se a apresentar uma análise acerca da Inteligência Artificial (IA). Os autores apresentaram interpretações, implicações e os estágios da IA, para isso, utilizaram, dentre outros conceitos, dos tipos de competências: cognitivas, emocionais e sociais. As competências destacadas pelos autores foram: pensamento sistêmico, adaptabilidade, autoconfiança, autoconsciência emocional, orientação para realizações, empatia, trabalho em equipe e liderança.

O estudo de Longo, Nicoletti e Padovano (2017) realizou uma análise quantitativa relacionada aos operadores da Indústria 4.0. De acordo com os autores, o “operador inteligente dentro do paradigma Indústria 4.0” deve aprimorar ou desenvolver as seguintes competências: ser flexível e demonstrar capacidades de adaptação em um ambiente de trabalho dinâmico. Já o artigo de Grigoriou e Rothaermel (2017) abordou a temática de competências a partir da geração de conhecimento nas organizações utilizando uma análise quantitativa. Como resultados, os autores destacaram implicações gerenciais e na estratégia das organizações.

Abele *et al.* (2017) analisaram o desenvolvimento de competências a partir das chamadas “Fábricas de Aprendizagem” que, de acordo com os autores, apresentam um ambiente promissor para a educação, treinamento e pesquisa, especialmente em áreas relacionadas à manufatura. Os autores também abordam a aprendizagem na Indústria 4.0 e destacam a necessidade de as organizações desenvolverem em seu pessoal competências interdisciplinares. De forma similar, o estudo de Rachinger *et al.* (2019) ressalta a necessidade do desenvolvimento de competências para os novos modelos de negócios e destaca também o fato da Indústria 4.0 e a digitalização dos processos que exige mudanças na qualificação da força de trabalho das empresas.

Enkel *et al.* (2017) realizaram um estudo quantitativo com 104 pessoas com o objetivo de desenvolver uma compreensão de quais dimensões de nível individual a capacidade de absorção fomenta a estratégia de inovação nas empresas, os resultados foram positivos e apresentaram relações com as competências dos indivíduos. De um modo semelhante, Salvato e Vassolo (2017) analisaram as capacidades dinâmicas e afirmaram que podem ser fontes de vantagem competitiva sustentável, como forma de desenvolver essa competência, os autores sugerem que os gerentes podem promover a integração individual e desenvolver contextos que facilitam o diálogo e a oposição construtiva.

Já o estudo de Watson *et al.* (2018) realizou uma revisão sistemática da literatura a partir de 88 artigos e apresentou como as organizações podem incorporar as partes interessadas para promover a inovação ambiental e fornecer uma estrutura organizacional para desenvolvimento da competência de inovação. Também à luz da inovação, o artigo de Appleyard e Chesbrough (2017) identificou que o desejo da empresa de promover uma estratégia aberta depende crucialmente das competências acumuladas pela organização.

#### 2.2.5 Considerações Finais

Considera-se que o objetivo do estudo foi atingido – realizar uma análise da produção científica mundial na temática de Competências nos últimos cinco anos – e, de forma adicional, foi possível apresentar desdobramentos e tendências.

A partir da pesquisa bibliométrica realizada, foi possível identificar que as principais abordagens dentre os artigos mais citados na temática de competências estão relacionadas aos conceitos de Indústria 4.0, Inteligência Artificial, operadores da Indústria 4.0, Fábricas de Aprendizagem, inovação e estratégias. Sendo assim, é possível afirmar que há uma tendência de estudos que associam esses conceitos ao tema de competências. Além disso, trata-se de um



aspecto relevante, uma vez que novos estudos, entendimentos e aprofundamentos podem ser realizados.

A partir dos resultados obtidos por este estudo, foi possível realizar uma interface entre os conceitos de competências tradicionais e mais debatidos da academia aos estudos mais citados dos últimos cinco anos e o resultado dessa interface foi a convergência de conceitos com o adicional de temáticas atuais, como a Indústria 4.0 e inovação. Fato que é precioso para a área acadêmica e gerencial visto que endossa a possibilidade de novos estudos.

Portanto, é evidente e inegável interesse no conceito de Competências e há aspectos que podem ser explorados futuramente objetivando agregar ainda mais ao contexto das organizações. Dessa forma, para estudos futuros, indica-se o aprofundamento e análise do conceito de competências associado a aspectos como Indústria 4.0, Inteligência Artificial, operadores da Indústria 4.0, Fábricas de Aprendizagem, inovação e estratégias visando oportunizar ainda mais possibilidades aos meios acadêmico e gerencial.

### **2.3 Artigo 3: Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura**

Artigo publicado Future Journal: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.499>

**Objetivo:** Identificar estudos na temática de competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019.

**Método:** Foi realizada uma revisão sistemática da literatura dentre o período mencionado e utilizando a base de dados *Web of Science*.

**Originalidade/Relevância:** Ressalta-se que estudos na área da Indústria 4.0 e Competências Operacionais são recentes e requerem atenção e pesquisas, dessa forma, este trabalho contribui para abertura de novas perspectivas a fim de aprofundar estudos nessa temática.

**Resultados:** Os resultados apontam que, a partir da revisão sistemática da literatura, as principais Competências Operacionais identificadas na Indústria 4.0 são: Flexibilidade e Adaptabilidade, Aprendizagem Contínua, Inovação/Criatividade e Iniciativa/Disposição, Resiliência, Liderança, Trabalho em equipe, Comunicação, Negociação, Pensamento sistêmico, Planejamento, Resolução de problemas, Tomada de decisão e Autonomia.

**Contribuições teóricas:** A principal contribuição teórica do estudo realizado é a identificação das Competências Operacionais identificadas na literatura sobre Indústria 4.0. Sendo assim, esse estudo abre espaço para novas perspectivas e aprofundamento nessa temática.

**Palavras-chave:** Competências Operacionais. Indústria 4.0. Revisão Sistemática da Literatura.

### 2.3.1 Introdução

Em um mundo globalizado com procedimentos interconectados, as empresas precisam encontrar maneiras de lidar com um número crescente de desafios (Mohelska & Sokolova, 2018). Diante desse contexto, Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019) afirmam que esse fato exige ainda mais a cooperação das organizações com o ambiente externo e que as inovações são fatores essenciais na adaptação a mudanças em todos os processos organizacionais.

Hecklau, Galeitzke, Flachs e Kohl (2016) acrescentam que os mercados estão se tornando progressivamente voláteis e heterogêneos devido às constantes mudanças nas expectativas e necessidades dos clientes. No intuito de atender a essas expectativas, são criados sistemas de produção inteligentes para criar a flexibilidade e a capacidade necessárias para suprir essa demanda, nesse sentido, estratégias de qualificação da mão de obra e um olhar atento à cultura organizacional são indispensáveis (Hecklau, Galeitzke, Flachs & Kohl, 2016).

É nesse cenário que emerge o fenômeno da Indústria 4.0 ou a chamada Quarta Revolução Industrial, que tem como princípios principais a utilização de tecnologia para automação e troca de dados entre os processos em que a organização opera (Kagermann, Helbig, Hellinger & Wahlster, 2013; Santos, Santos & Junior, 2018). Além disso, refere-se também à Indústria 4.0 a constante interligação intra-empresa e inter-empresarial em redes que visam a criação de valor em todo processo organizacional (Schneider, 2018).

De uma perspectiva estratégica, a literatura concorda que a Quarta Revolução Industrial tem muitas implicações para os modelos de negócios e tem atraído uma crescente atenção de acadêmicos e pesquisadores nos últimos anos (Stachová, Papula, Stacho & Kohnová, 2019; Mohelska & Sokolova, 2018; Erdogan, Ozkan, Karasan & Kaya, 2017), uma vez que se trata de um movimento que tem potencial de grandes oportunidades. No entanto, ao mesmo tempo, podem comprometer seriamente as empresas que não reagirem de forma rápida e eficaz às mudanças que estão em curso (Stachová, Papula, Stacho & Kohnová, 2019).

Contudo, em face de novas oportunidades para as empresas, a gestão estratégica torna-se essencial, haja vista que são inúmeros os desafios que podem surgir pelo caminho, sejam de natureza econômica, social, técnica, ambiental e/ou legal (Shamin, Cang, Yu & Li, 2017; Hecklau, Galeitzke, Flachs & Kohl, 2016) – os quais serão discutidos nesta proposta em momento oportuno. É importante ressaltar que processos simples e monótonos estão sendo automatizados, enquanto outros processos se tornam mais complexos e entrelaçados, fato que requer uma mão de obra cada vez mais capacitada para assumir atividades mais estratégicas, coordenadoras e criativas (Hecklau, Galeitzke, Flachs & Kohl, 2016).

Dessa forma, cabe dizer que a Indústria 4.0 impulsiona ainda mais complexidade organizacional que culmina na necessidade de reconhecer o valor das parcerias externas em capacitação e desenvolvimento de competências operacionais e aplicação de novos procedimentos para obter a flexibilidade na implementação do novo paradigma que, sem dúvidas, impactam diretamente na cultura da empresa (Stachová, Papula, Stacho & Kohnová, 2019). Portanto, diante do que foi apresentado, verifica-se que estudos na área da Indústria 4.0 são recentes, requerem atenção e pesquisas e que, especificamente no Brasil, investigações desse tipo ainda são incipientes, fato que abre espaço para a discussão proposta neste estudo.

Da inquietação relativa aos desdobramentos da Indústria 4.0, sobretudo versando sobre competências operacionais, é que o tema deste trabalho foi selecionado. Além disso, este estudo sustenta-se no fato de que poucos são os estudos que se desdobram sobre essa temática (Shamin, Cang, Yu & Li, 2017; Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018). Ademais, Liboni, Cezarino, Jabbour, Oliveira e Stefanelli (2019) propuseram em seu estudo sugestões para futuras pesquisas, dentre as quais destaca-se o papel as perspectivas acerca da Indústria 4.0. Dessa forma, o objetivo desse estudo é identificar estudos na temática de competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019 e responder à seguinte questão de pesquisa: Quais as competências operacionais identificadas na literatura sobre Indústria 4.0?

Para isso, o estudo está dividido da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre Indústria 4.0 e Competências Operacionais. A Seção 3 apresenta a metodologia utilizada no estudo e, na sequência, a Seção 4 faz a apresentação e análise de dados. Por fim, as considerações finais e perspectivas são apresentadas na Seção 5.

### 2.3.2 Referencial Teórico

Conforme abordado na seção de Introdução, este estudo visa identificar estudos na temática de competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019. Dessa forma, os itens a seguir têm como objetivo contextualizar a temática em questão tratando da definição, características e desafios da Indústria 4.0 e aspectos da competência operacional nesse contexto.

#### 2.3.2.1 Indústria 4.0

De acordo com Kagermann, Helbig, Hellinger e Wahlster (2013), o conceito de Indústria 4.0 é uma tendência a automação e troca de dados em tecnologias de fabricação evidenciado pela primeira vez na Feira de Hannover, no ano de 2011, na Alemanha. No entanto, o anúncio oficial como uma iniciativa estratégica alemã para revolucionar a indústria de transformação através do uso de tecnologia foi oficialmente apresentada no ano de 2013 (Sung,

2018; Sony, 2018). Sung (2018) afirma que a Indústria 4.0 é considerada a quarta grande reviravolta da modernidade, sendo que a primeira revolução se refere à mecanização da produção, a segunda à produção em massa e a terceira à revolução digital com o uso de equipamentos eletrônicos e Tecnologia da Informação (TI) para automatização da produção (Sung, 2018).

Mazali (2017) aponta que o termo Indústria 4.0 estabelece uma nova relação entre a sociedade e a indústria a partir da reconfiguração das relações entre pessoas e organizações, tecnologias e sistemas de produção, produção e consumo. A chamada Quarta Revolução Industrial combina automação com um modelo que adota as características da cultura digital, em que são utilizados conectividade total do processo de produção com base em sensores, sistemas baseados em conhecimento e flexibilidade e adaptabilidade do processo.

De forma complementar, Ungerman, Dedkova e Gurinova (2018) sublinham que a Indústria 4.0 tem como características a integração horizontal, integração vertical e suporte de engenharia. No que se refere à integração horizontal, há uma integração computadorizada de todas as atividades da empresa, desde a efetivação do pedido passando pela cadeia de suprimentos, desenvolvimento e produção, até a rede de transporte e distribuição. Já a integração vertical ocorre desde o controle da máquina de produção (nível operacional), passando pelo planejamento de recursos (nível tático) até a tomada de decisões no nível estratégico da organização. No que tange o suporte de engenharia, os autores apresentam que corresponde ao ciclo de vida do produto desde pesquisa, desenvolvimento, prototipagem e programação de produção até o tratamento de engenharia.

Nas palavras de Sony (2018, p. 416), “o advento da quarta revolução industrial redefiniu a integração do mundo físico na organização e no mundo cibernético através de tecnologias como inteligência artificial, analítica, tecnologia de nuvem, internet das coisas (IOT)”. Dessa forma, a Indústria 4.0 possibilita à indústria de fabricação o uso de tecnologias de automação e, assim, a transformação digital não altera somente a maneira pela qual a organização direciona suas operações, mas também o mercado em que atua.

Inegavelmente, a Indústria 4.0 apresenta inúmeras oportunidades para as organizações, porém, de forma paralela, surgem desafios econômicos, sociais, técnicos, ambientais e legais, os quais são apresentados no estudo de Hecklau, Galeitzke, Flachs e Kohl (2016) que discutem os desafios econômicos podem ser apontados com o fato de as empresas terem que lidar com um ambiente volátil e heterogêneo, em que há necessidade de estabelecer alianças estratégicas com fornecedores e concorrentes a fim de se manter competitiva no mercado.

No que tange aos desafios sociais, os mesmos autores defendem que, com o advento da Indústria 4.0, os processos estão se tornando mais complexos, fato que leva a um aumento de empregos com necessidade de maior qualificação por parte dos funcionários em detrimento dos cargos que requerem qualificações mais baixas, desse modo, segundo os autores, as empresas precisam qualificar seus colaboradores para as novas tarefas.

Sobre os desafios técnicos, Hecklau, Galeitzke, Flachs e Kohl (2016) afirmam que há a necessidade de as empresas terem à sua disposição uma infraestrutura de Tecnologia de Informação e redes de comunicação de alto padrão com a finalidade de assegurar o trabalho colaborativo em conjunto com diferentes plataformas, a troca de dados eficiente e armazenamento de grandes quantidades de dados.

Por fim, os desafios ambientais e legais são apontados por Hecklau, Galeitzke, Flachs e Kohl (2016), respectivamente, pela necessidade de conduzir soluções sustentáveis para as atividades da empresa e a necessidade de os governos apoiarem organizações com o desenvolvimento de novas tecnologias, bem como integração e regulamentação dessas tecnologias no ambiente em que as empresas atuam.

Cabe dizer que de nada adianta as empresas disponibilizarem uma boa infraestrutura tecnológica e que atenda às premissas da Indústria 4.0 se não dispor de capacitação de seus colaboradores para manipular ferramentas, dados e desempenhar processos necessários. Sendo assim, é fundamental refletir acerca das competências operacionais no contexto da Indústria 4.0 a fim de assegurar que esses funcionários sejam devidamente incorporados ao novo contexto organizacional.

#### 2.3.2.2 Competências Operacionais e Indústria 4.0

Dadas definição, características e desafios da Indústria 4.0, cabe elencar a relação entre as competências operacionais e a chamada Quarta Revolução Industrial que, de acordo com Shamin, Cang, Yu e Li (2017, p.3), “para ter sucesso no ambiente da Indústria 4.0, é necessário atenção à capacitação, aprendizagem, gestão do conhecimento e capacidade de inovação”. Sendo assim, segundo os mesmos autores, o desenvolvimento da mão de obra de acordo com os requisitos da Indústria 4.0 requer práticas de gestão relevantes..

Cabe, nesse momento, apresentar a definição de competência dada por Fleury e Fleury (2000, p. 21) “um saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo.” Ademais, segundo os mesmos autores, “as competências devem

agregar valor econômico para a organização e valor social para o indivíduo” (Fleury; Fleury, 2000, p. 21).

Fleury e Fleury (2000) dividem as competências entre: competências dos indivíduos, técnicas e sociais. No que se refere às competências dos indivíduos refere-se, segundo os autores, à relação entre indivíduo e empresa, nas quais destacam-se competências como conhecimento do negócio, orientação para o cliente, competências técnico-profissionais que são específicas para certa operação, ocupação ou atividade, além de competências sociais como comunicação, negociação, flexibilidade, trabalho em equipe.

Já as competências técnicas, ainda segundo Fleury e Fleury (2000), são diretamente relacionadas à área de atuação do trabalhador, como resolução de problemas ou desenvolvimento de projetos/produtos. Dentre as competências sociais, os autores destacam a comunicação, negociação e trabalho em equipe.

No que se refere às organizações, Zarifian (2003) destaca competências em relação aos processos de trabalho, competências técnicas (conhecimento específico sobre o trabalho a ser realizado), competências sobre os fluxos de trabalho, competências sobre o impacto do trabalho em relação ao consumidor final e as competências sociais, que se referem ao comportamento dos indivíduos em relação ao grupo em que está inserido.

Le Boterf (2003) aponta aspectos importantes a respeito das competências: saber agir com pertinência, mobilizar e integrar saberes e conhecimentos, estar aberto ao aprendizado e envolver-se. O autor reforça a necessidade de as empresas investirem em desenvolvimento de competências, dado que esse fato permite uma vantagem competitiva duradoura e que alavanca a capacidade dos recursos humanos da empresa a atuarem de forma polivalente, flexível e capazes com cenários cada vez mais instáveis e complexos.

A relação que se faz entre Competências Operacionais e Indústria 4.0 é que há a necessidade de aprendizado, gestão do conhecimento e capacidade de inovação a fim de facilitar o processo da instauração da Quarta Revolução Industrial que, inevitavelmente, enfrentam desafios de natureza econômica, social, técnica, ambiental e legal (Cang, Yu & Li, 2017; Hecklau, Galeitzke, Flachs & Kohl, 2016). Dessa forma, a capacidade de dinamismo, proatividade e inovação são competências operacionais cruciais para enfrentar tais desafios (SHAMIM et al., 2017).

Kazancoglu e Ozkan-Ozen (2018) apresentam também em seu estudo algumas competências operacionais associadas à mão de obra e Indústria 4.0, as quais: aprendizagem e cooperação interdisciplinar contínua, conhecimento em TI e tecnologias de produção, compreensão organizacional e processual, capacidade de interagir com interfaces modernas,

conscientização de segurança de TI e proteção de dados, capacidade de recuperação de falhas e erros e capacidade de lidar com a complexidade e resolução de problemas.

Os autores (Kazancoglu; Ozkan-Ozen, 2018) destacam também que novas abordagens precisam ser consideradas pelas empresas para recrutar, selecionar e reter o funcionário certo. De forma análoga, Schneider (2018) sinaliza que a Indústria 4.0 é um campo promissor e ao mesmo tempo desafiador, além disso, desencadeia mudanças organizacionais e culturais, que precisam ser lideradas e controladas pelos gestores das empresas, levando em consideração potenciais problemas de aceitação e tendências de inércia.

### 2.3.3 Metodologia

Diante do panorama apresentado na temática deste estudo e considerando o objetivo dessa pesquisa que é identificar estudos na temática de Competências Operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019, mostram-se a seguir os aspectos metodológicos deste estudo.

O estudo é caracterizado como uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com Gil (2008, p. 50), “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Ademais, o autor destaca que a principal vantagem desse tipo de pesquisa é a de que o pesquisador pode investigar aspectos de forma amplificada.

Tranfield, Denyer e Smart (2003) propõem um modelo para a condução da chamada revisão sistemática da literatura, que é composto por três fases: planejamento da revisão, condução e divulgação dos resultados analisados. O Quadro 3 apresenta as etapas seguidas para realização da revisão sistemática da literatura proposta.

Quadro 3 - Etapas da Pesquisa

<b>PLANEJAMENTO DA REVISÃO</b>	Etapa 1	Definição da temática da pesquisa
<b>CONDUÇÃO</b>	Etapa 2	Escolha da base de dados para realização da busca
	Etapa 3	Identificação do período da busca
	Etapa 4	Seleção das palavras-chave
	Etapa 5	Definição dos critérios de seleção e exclusão dos artigos
<b>DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	Etapa 6	Apresentação da análise dos artigos selecionados identificando evolução da temática ao longo dos anos, países de origem dos estudos, <i>journals</i> e instituições nos quais os estudos foram publicados, principais autores da temática, metodologias utilizadas e principais discussões e abordagens.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Segundo Tranfield, Denyer e Smart (2003) o planejamento da revisão significa identificar a necessidade de uma revisão e desenvolver um protocolo de revisão. Para isso, correspondendo a etapa 1 – de acordo com o quadro 1 – o presente estudo identificou a

necessidade da revisão dada inquietação quanto ao objetivo de pesquisa, uma vez que foi identificada a necessidade de apurar os estudos com a temática de competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019.

Com relação ao desenvolvimento de um protocolo de revisão, os mesmos autores afirmam que há a necessidade de formular o objetivo da pesquisa, identificar a fonte de pesquisa, definir procedimentos para selecionar e excluir artigos. Sendo assim, a presente revisão sistemática da literatura objetivou identificar estudos na temática de competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019.

A etapa 2 refere-se a escolha da base de dados, que neste estudo foi a *Web of Science* dada a sua relevância e abrangência, por ser utilizada em 81 países e possuir mais de 11 mil *Journals* indexados desde 1900 (Thomson Reuters, 2018). Destaca-se que a pesquisa foi realizada no período de 28 de agosto a 19 de setembro de 2019.

Já na etapa 3 – identificação do período da busca – o recorte temporal foi a partir de 2011. Isso se deu pelo fato da temática de Indústria 4.0 ter sido evidenciada pela primeira vez na Feira de Hannover, no ano de 2011, na Alemanha (Kagermann, Helbig, Hellinger & Wahlster, 2013).

A etapa 4 apresenta a necessidade de selecionar as palavras-chave do estudo, as quais foram: “*competenc\**”, “*ability*”, “*knowledge*”, “*attitude*”, “*skills*”, “*qualification*”, “*human resources management*”, “*HRM*”, “*work*”, “*job*”, “*job design*”, “*operator*”, “*work design*”, “*industr\* 4.0*”, “*4th industrial revolution*”, “*fourth industrial revolution*”. Cabe dizer que os asteriscos (“\*”) utilizados são por conta das variações que as palavras poderiam apresentar, por exemplo: “*competence*” ou “*competency*”, “*industry*” ou “*industrie*”.

No que se refere a etapa 5 – definição dos critérios de seleção e exclusão dos artigos – foram incluídos critérios para que a pesquisa trouxesse resultados dentro do período estipulado (2011 até 2019) e que as palavras-chave estivessem no título dos artigos, para isso, foram utilizados também operadores lógicos de pesquisa (operadores booleanos), que permitiram a construção da seguinte *string* de busca:

TITLE-ABS-KEY(\*“*competenc\**” OR “*ability*” OR “*knowledge*” OR “*attitude*” OR “*skills*” OR “*qualification*” OR “*human resources management*” OR “*HRM*” OR “*work*” OR “*job*” OR “*job design*” OR “*operator*” OR “*work design*”) AND TITLE-ABS-KEY (“*industr\* 4.0*” OR “*4th industrial revolution*” OR “*fourth industrial revolution*”) PUBYEAR AFT 2011.

Assim, os artigos resultantes da busca realizada foram catalogados em planilha do MS Excel dando origem a uma base de artigos com as seguintes informações: título do artigo, autores, ano de publicação, número de citações e resumo. Na sequência, foi realizada uma



análise completa dos artigos encontrados para que fossem identificados os artigos que iriam compor a presente revisão sistemática da literatura. O critério analisado nessa etapa foi a relação direta com a presente temática. Cabe ressaltar que foram encontrados 27 artigos e, depois da análise e leitura completa dos artigos, foram identificados 14 artigos diretamente relacionados à temática desse estudo.

Na sexta etapa do estudo, denominada por Tranfield, Denyer e Smart (2003) como divulgação dos resultados, os 14 artigos identificados foram lidos por completo e que serão discutidos na seção a seguir evidenciando a apresentação da análise dos artigos selecionados identificando evolução da temática ao longo dos anos, países de origem dos estudos, *journals* e instituições nos quais os estudos foram publicados, metodologias utilizadas e principais discussões e abordagens.

#### 2.3.4 Apresentação e Análise de Dados

A seguir são apresentados os resultados das análises dos periódicos em que foram publicados os estudos selecionados, a distribuição das publicações ao longo do tempo, nacionalidade das instituições e temas discutidos na temática do presente estudo.

A partir da pesquisa realizada, foram identificados 14 periódicos em que os estudos foram publicados, fato que possibilita o entendimento de quais são os principais *journals* da temática do presente estudo. No Quadro 4 apresenta-se os periódicos identificados a partir da pesquisa e respectivos fatores de impacto.

Quadro 4 - Principais journals da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais

<b>Principais Journals</b>	<b>Fator de Impacto</b>
Computers & Industrial Engineering	3.518
International Journal of Production Research	3.199
Sustainability	2.592
Education for Chemical Engineers	1.51
International Journal of Advanced Computer Science and Applications	1.324
Interaction Design and Architectures	0.64
International Journal of Advanced and Applied Sciences	0.601
Elektrotechnik Und Informationstechnik	0.54
Foresight and STI Governance	0.264
E-Journal of International and Comparative Labour Studies	0.201
Labour & Industry-A Journal of The Social and Economic Relations of Work	Fator de impacto indisponível para consulta.
Brazilian Journal of Operations & Production Management	
Quaderns de Psicologia	
Societies	

Fonte: elaborado pelos autores.

O Quadro 2 apresenta os principais *journals* e respectivos fatores de impacto, cabe dizer que em uma revisão sistemática da literatura um dos critérios importantes é identificar a qualidade dos estudos selecionados. Fato que é reforçado e pode ser verificado a partir dos fatores de impacto apresentados, em que os *journals Computers & Industrial Engineering, International Journal of Production Research e Sustainability* destacam-se pelos seus fatores de impacto. Cabe dizer que dentre os 14 *journals* dos estudos selecionados para a pesquisa, apenas 4 não tiveram seus fatores de impacto identificados pelo fato de os dados não estarem disponíveis para consulta, no entanto, foram utilizados mesmo assim em virtude da relação direta com a presente temática.

Ademais, surgiu o interesse em identificar de quais países e respectivos continentes os estudos selecionados provinham. A partir disso, no Quadro 5 mostra-se a origem de cada um dos estudos analisados.

Quadro 5 - Origem dos estudos da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais

Continente	Países
Europa	Alemanha
	Espanha
	Itália
	Estônia
	Áustria
	Polônia
	Eslováquia
Ásia	Israel
	Vietnã
	Tailândia
América do Sul	Brasil
Oceania	Austrália

Fonte: elaborado pelos autores.

A partir do Quadro 3, nota-se que os estudos selecionados são de origem, em sua maioria, europeia. Esse fato pode ser justificado pelo fato de que a Indústria 4.0 teve seu início na Alemanha (Mana, Cesar, Makiya & Volpe, 2018) e os países vizinhos também implementaram ações de desenvolvimento da Indústria 4.0, do mesmo modo, está sendo popularizado dentre os demais países (Sponsel & Matijevic, 2018).

A Tabela 9 apresenta a distribuição dos estudos selecionados dentre os continentes mencionados.

Tabela 9 - Relação entre continentes e número de estudos da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais

Continentes	Número de estudos
Europa	8
Ásia	3
América do Sul	2

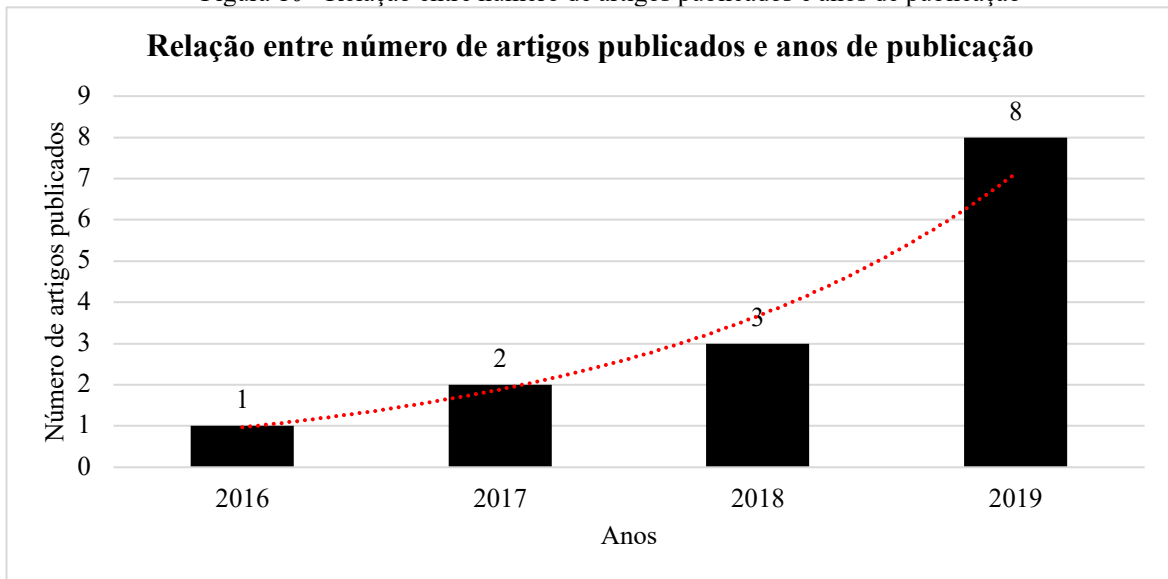
Oceania	1
---------	---

Fonte: elaborado pelos autores.

Diante da Tabela 1, observa-se que o número de estudos selecionados pelo presente estudo são, em sua maioria (n=8), de origem europeia. A quantidade de estudos europeus sobressair em relação aos demais estudos reforça o fato da origem do conceito da Indústria 4.0 ter surgido inicialmente na Alemanha, conforme apresentado por Kagermann et al. (2013). Foram selecionados também estudos provenientes da Ásia (n=3), América do Sul (n=2) e Oceania (n=1).

A Figura 10 refere-se à relação entre número de artigos publicados e respectivos anos de publicação.

Figura 10 - Relação entre número de artigos publicados e anos de publicação



Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 10 apresenta-se de forma clara o crescimento de interesse na temática a partir dos artigos selecionados a partir da temática de competências operacionais e Indústria 4.0, conforme relatado na seção de Metodologia do presente estudo. Diante da combinação de palavras-chave utilizadas, o Gráfico 1 denota que o ano de 2019 (n=8) – até o momento em que foi realizada a pesquisa – foi o ano em que mais houve publicação relacionado a essa temática. Já em 2016 foi o ano em que houve apenas uma publicação. Cabe reforçar que durante a busca um dos filtros utilizados foi que os estudos fossem de 2011 até 2019. Dessa forma, de acordo com os resultados da *Web of Science*, entre os anos de 2011 e 2015 não houve artigos publicados

relacionando a temática da presente pesquisa e utilizando as palavras-chave selecionadas por esse estudo.

Cabe relatar também as áreas de concentração dos estudos selecionados, para isso, a Tabela 10 apresenta tais informações.

Tabela 10 - Áreas de concentração dos artigos selecionados

Área de estudo	Frequência (n)
Administração	3
Engenharia	3
Gestão de Operações	2
Ciência da Computação	2
Ciência e Tecnologia	2
Educação e pesquisa educacional	2
Psicologia	1
Sociologia	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 10 apresentam-se as diferentes áreas dos 14 artigos selecionados. As áreas de estudo são informações fornecidas pela base de dados em que a pesquisa foi realizada – *Web of Science* – dentre as quais, neste estudo, foram: Engenharia, Administração, Pesquisa Operacional, Ciência da Computação, Ciência e Tecnologia, Educação, Psicologia e Sociologia. É válido dizer que um único estudo pode estar relacionado a mais de uma área de pesquisa, fato que retrata a interdisciplinaridade dos estudos e pressupõe a integração de diferentes áreas do conhecimento enriquecendo ainda mais a discussão sobre a temática.

O Quadro 6 apresenta a relação dos artigos selecionados na base de dados WoS.

Quadro 6 - Relação de estudos selecionados para a presente pesquisa

	ESTUDOS SELECIONADOS	AUTORES E ANOS
1	<i>External Partnerships in Employee Education and Development as the Key to Facing Industry 4.0 Challenges</i>	Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019)
2	<i>Evolution of HR competences in organizations immersed in the Fourth Industrial Revolution</i>	Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019)
3	<i>Extended Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach in Determinants of Employees' Competencies in the Fourth Industrial Revolution</i>	Nguyen, Nguyen, Nguyen e Huynh (2019)
4	<i>The Industry 4.0 Induced Agility and New Skills in Clusters</i>	Gotz (2019)
5	<i>Makerspace for skills development in the Industry 4.0 era</i>	Santos e Benneworth (2019)
6	<i>Supportment for organization and management competences of ASEAN community and European Union toward Industry 4.0</i>	Ramingwong e Manopiniwes (2019)
7	<i>The Highest Skilled Workers of Industry 4.0: New Forms of Work Organization for New Professions. A Comparative Study</i>	Avogaro (2019)
8	<i>A framework for operator - workstation interaction in Industry 4.0</i>	Golan, Cohen e Singer (2019)
9	<i>Programming skills in the industry 4.0: are chemical engineering students able to face new problems?</i>	Santos, Vianna e Le Roux (2018)
10	<i>The fourth industrial revolution and the future of manufacturing work in Australia: challenges and opportunities</i>	Dean e Spoehr (2018)
11	<i>University-industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0</i>	Kusmin, Tammets e Ley (2018)

12	<i>Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context</i>	Longo, Nicoletti e Padovano (2017)
13	<i>The implications of Industry 4.0 on the future of work</i>	Trompisch (2017)
14	<i>Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work</i>	Pfeiffer (2016)

Fonte: elaborado pelos autores.

Nos parágrafos seguintes são abordados os artigos apresentados no Quadro 6, de forma a contribuir com a discussão da temática da presente pesquisa – Indústria 4.0 e Competências Operacionais.

Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019) afirmam que a Indústria 4.0 é um passo em direção a um melhor desempenho e geração de valor para as empresas e que o desenvolvimento e integração dos funcionários são uma chave para manter a competitividade de uma organização. Diante disso, os autores objetivaram em seu estudo analisar a abordagem de 1482 organizações a partir de um *survey* em relação aos tipos de treinamento e desenvolvimento dos funcionários. Cabe dizer que as organizações foram selecionadas com base no Painel Europeu da Inovação de 2017 e que tinham como origem os países: Áustria, Alemanha, Suíça, Eslováquia e República Tcheca.

Como resultados, o estudo de Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019) apresentaram que as organizações localizadas em economias mais maduras em termos de inovação – Áustria, Alemanha, Suíça – apresentaram melhores níveis de políticas de treinamento e desenvolvimento dos funcionários. Os autores ressaltam a necessidade de identificar e desenvolver competências em relação aos objetivos organizacionais. Ademais, os autores sugerem que pesquisas futuras poderiam contemplar novas competências exigidas e o novo papel dos recursos humanos nas organizações com a Indústria 4.0.

Nesse mesmo contexto, o objetivo da pesquisa de Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019) foi refletir sobre as competências que os profissionais de Recursos Humanos atualmente exigem para enfrentar com êxito os desafios do meio organizacional. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa em dois momentos diferentes (anos 2009-2010 e 2015-2017). A amostra foi composta por diretores de RH, técnicos seniores e juniores e consultores da Catalunha e, segundo os autores, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com pessoas da área de Recursos Humanos no ano de 2017.

Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019) dividem as competências em transversais e específicas, que significam, respectivamente, competências presentes em diferentes setores da vida pessoal, social e profissional e, por outro lado, as competências específicas são alinhadas

ao contexto em que as organizações estão ou ainda orientadas à realização de tarefas, atividades ou processos dentro da organização.

As competências transversais identificadas por Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019) são: comunicação, trabalho em equipe, liderança e negociação. E, as competências específicas são: visão estratégica do negócio; antecipação de problemas; capacidade de aceitar mudanças; adaptabilidade; resiliência; planejar, analisar e diagnosticar situações; inovação. Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019) afirmam que as competências transversais e específicas são para profissionais da área de Recursos Humanos, no entanto, podem ser comuns à outras áreas.

Nguyen, Nguyen, Nguyen e Huynh (2019) buscaram analisar a contribuição de fatores que influenciam a competência dos trabalhadores do Vietnã, para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa-quantitativa que trouxe como resultado o papel do professor como grande influenciador na busca por competências no contexto da Quarta Revolução Industrial. Os autores trazem como principais competências o trabalho em equipe e a capacidade de adaptar-se rapidamente à demanda do mercado de trabalho.

O estudo realizado por Götz (2019) é de grande relevância para esta pesquisa uma vez que a pesquisadora realizou uma pesquisa qualitativa a partir da condução de entrevistas visando discutir competências e habilidades dos trabalhadores na Indústria 4.0. Com base na revisão da literatura e entrevistas, a autora destaca as seguintes competências e habilidades gerais no contexto da Indústria 4.0: criatividade, pensamento empreendedor, resolução de problemas e conflitos, tomada de decisão, habilidades analíticas e de pesquisa, rápida adaptação a situações inesperada, ação corajosa, capacidade de falhar rapidamente e se recuperar rapidamente (resiliência), capacidade de trabalho em equipe, aprendizagem rápida, desaprendizagem e reaprendizagem.

A autora também destaca competências e habilidades gerenciais no contexto da Indústria 4.0: pensamento estratégico, coordenar a cooperação homem-máquina, monitoramento e aprendizado da equipe, habilidades analíticas, ambição e curiosidade (capacidade de auto-motivação), autodesenvolvimento, abertura à diversidade de pessoas e tarefas, capacidade de comunicar outras informações muito técnicas e/ou detalhadas com entusiasmo e otimismo, atenção aos detalhes e garantir a alta qualidade do trabalho e a conformidade com padrões, regras e procedimentos.

Santos e Benneworth (2019) discutem a temática de competências na Indústria 4.0 relacionado ao contexto das universidades, especificamente sobre a abordagem de ensino e aprendizagem. Para tanto, os autores realizaram (qual o tempo verbal está sendo utilizado neste

artigo?) uma pesquisa qualitativa baseada em estudo de caso e relatam (qual o tempo verbal usado neste artigo?) que as universidades e acadêmicos que desejam adaptar sua educação para a Indústria 4.0 precisam investir em infraestruturas educacionais a fim de garantir que estejam educando profissionais com as habilidades adequadas para o contexto de inovação da Indústria 4.0.

O objetivo do estudo de Ramingwong e Manopiniwes (2019) foi investigar se o ambiente dos países selecionados é favorável e alinhado ao avanço da Indústria 4.0. Para isso, os autores realizaram suas análises a partir das competências dos países em relação à estratégia de negócio, liderança, governança, cadeia de suprimentos, cultura, funcionários e processos. Os resultados do estudo identificaram que a Áustria está acima da média dentre os países analisados. Já a Eslováquia foi considerada moderada e a Itália foi considerada baixa. O estudo de Ramingwong e Manopiniwes (2019) contribui com esta pesquisa ao relacionar a possibilidade de avaliar competências de organizações e países a partir das variáveis citadas.

O estudo de Avogaro (2019) aborda sobre as novas formas de organização do trabalho na Indústria 4.0 analisando estruturas jurídicas a fim de assegurar proteção dos trabalhadores, dessa forma, abrangem perspectivas mais específicas sobre a Indústria 4.0 porém, contribui no fato de que apresenta o perfil do trabalhador da Indústria 4.0: mais autônomos, flexíveis e menos rígidos em relação a horários de trabalho. Dessa forma, o autor busca formas de respaldá-lo a partir da legislação.

O estudo de Golan, Cohen e Singer (2019) também apresenta uma abordagem de aspectos mais específicos, porém, contribuiu e objetivou analisar a interação entre o operador e a estação de trabalho no contexto da Indústria 4.0, sugerindo uma abordagem denominada “*Operator - Workstation Interaction 4.0 (OWI 4.0)*” que busca monitorar de forma contínua o estado do trabalhador a partir de aspectos como: motivação, aprendizagem, fadiga, emoções, atenção e propensão a erros. Nas palavras dos autores “o sistema foi projetado para apoiar o operador e reagir de maneira inteligente ao seu estado cognitivo e fisiológico” (GOLAN; COHEN; SINGER, 2019, p. 7), por exemplo, o sistema pode notificar o tempo perdido e atividades cujo nível de atenção do operador precisa ser aumentado.

Da mesma forma, o estudo de Santos, Vianna e Le Roux (2018) também remetem à conceitos específicos da Indústria 4.0 e competências operacionais apresentando uma reflexão sobre o ensino da programação em nível de graduação usando ferramentas avançadas abordando habilidades, aprendizagem e desenvolvimento dos alunos acerca das possibilidades da Indústria 4.0 e lança um novo olhar sob a construção do conhecimento a partir da “era digital”.

A revisão bibliográfica feita por Dean e Spoehr (2018) apresenta aspectos relacionados ao contexto da Austrália no que se refere a desdobramentos da Indústria 4.0 no tocante ao cenário de emprego e consequente substituição de alguns postos de trabalho acarretada pela tecnologia. Os autores afirmam que esse ambiente de avanços digitais deve promover um ambiente de trabalho que não seja alienante, explorador e que não vá na direção contrária de leis e ética. Ademais, reforça-se a necessidade da promoção de um ambiente robusto de estratégias e políticas a fim de garantir benefícios que a Indústria 4.0 tem potencial de oferecer aos trabalhadores. A principal competência apresentada pelos autores foi a flexibilidade no trabalho que a Indústria 4.0 promove a partir de suas características.

Seguindo o contexto de ambiente de trabalho, Kusmin, Tammets e Ley (2018) objetivaram em seu estudo qualitativo explorar como as instituições de ensino superior podem colaborar com empregadores e representantes da indústria de modo a criar ambientes para o desenvolvimento de futuras habilidades da força de trabalho necessárias à Indústria 4.0.

Kusmin, Tammets e Ley (2018) enfatizam que a Indústria 4.0 pode viabilizar um ambiente de trabalho com tarefas menos repetitivas e mais desafiadoras e que esses fatos podem aumentar a motivação e a satisfação no trabalho. Contudo, surgem também novas demandas em relação a competências dos trabalhadores e é imprescindível que sistemas educacionais preparem a força de trabalho do futuro.

Em relação às competências, a abordagem proposta por Kusmin, Tammets e Ley (2018) identificou que, no cenário da Indústria 4.0, é necessário ser capaz de aprender por iniciativa própria, ademais, aumentar a parte da educação prática nas universidades também seria um caminho que poderia contribuir para o desenvolvimento de habilidades técnicas e competências demandadas na Quarta Revolução Industrial.

Longo, Nicoletti e Padovano (2017) propuseram uma abordagem que engloba competências e requisitos que surgem do contexto da “fábrica inteligente” buscando alinhar aspectos de saúde, técnicos e organizacionais. Como principais considerações do estudo os autores relatam que à medida que a Indústria 4.0 se desenvolve, os operadores experimentam uma complexidade aumentada de suas tarefas diárias: ser altamente flexível e demonstrar capacidades adaptativas em um ambiente de trabalho muito dinâmico.

O estudo de Trompisch (2017) contribui muito para a discussão da temática de Competências Operacionais e Indústria 4.0. O autor discute em seu estudo a Indústria 4.0 e o futuro do trabalho e afirma que o uso das tecnologias não resultará em automação completa e levanta a questão de como estabelecer uma relação de cooperação entre homem e máquinas. Como competências necessárias, são destacadas: acesso independente ao conhecimento,



flexibilidade, intensiva aprendizagem e treinamentos, criatividade, produtividade, inovação, descentralização do sistema em prol da autonomia no trabalho, pensar de forma interdisciplinar e sistêmica, auto-organização e auto-direção. Além de ser relatado também a necessidade de mudanças no ambiente educacional.

Pfeiffer (2016) relata que a automação possibilitada pela Indústria 4.0 reduz o trabalho quantitativo (rotineiro) do operário, no entanto, o autor afirma que o papel qualitativo (não rotineiro) aumenta, uma vez que com a automação de processos, a complexidade do sistema passa a ser maior e há a necessidade de acompanhamento e intervenção humana de alguma forma durante o processo. Sendo assim, o estudo visa analisar o que constitui trabalho não rotineiro e apresenta como contribuições que competências como: configurar e otimizar linhas de montagem, aprender de forma coletiva e compartilhar experiências são fatores necessários na Indústria 4.0.

Dentre os 14 artigos diretamente relacionados à interface entre Competências Operacionais e Indústria 4.0, foram identificadas as três principais abordagens utilizadas e que são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Principais abordagens entre Competências Operacionais e Indústria 4.0

Abordagem	Autores	Principais Discussões	Tipo de Pesquisa
<b>Consequências da Indústria 4.0</b>	Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019)	Chave para competitividade: desenvolvimento e integração dos funcionários; T&D.	Qualitativa
	Ramingwong e Manopiniwes (2019)	Investigar se o ambiente dos países selecionados é favorável e alinhado ao avanço da Indústria 4.0.	Quantitativa
	Avogaro (2019)	Analisando estruturas jurídicas a fim de assegurar proteção dos trabalhadores da 4.0; apresenta o perfil do trabalhador da Indústria 4.0: mais autônomos, flexíveis e menos rígidos em relação a horários de trabalho.	Qualitativa
	Dean e Spoehr (2018)	Cenário de emprego e consequente substituição de alguns postos de trabalho acarretada pela tecnologia; ambiente de trabalho, ambiente robusto de estratégias e políticas.	Revisão bibliográfica
	Longo, Nicoletti e Padovano (2017)	Propuseram uma abordagem que engloba competências e requisitos que surgem do contexto da “fábrica inteligente” buscando alinhar aspectos de saúde, técnicos e organizacionais.	Qualitativa
	Pfeiffer (2016)	Relata que a automação possibilitada pela Indústria 4.0 reduz o trabalho quantitativo (rotineiro) do operário, no entanto, o autor afirma que o papel qualitativo (não rotineiro) aumenta.	Qualitativa
<b>Mapeamento de Competências</b>	Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019)	Dividem as competências em transversais (comunicação, trabalho em equipe, liderança e negociação) e específicas (visão estratégica do negócio; antecipação de problemas;	Qualitativa

		capacidade de aceitar mudanças; adaptabilidade; resiliência; planejar, analisar e diagnosticar situações; inovação).	
	Nguyen, Nguyen, Nguyen e Huynh (2019)	Analisar a contribuição de fatores que influenciam a competência dos trabalhadores do Vietnã. principais competências o trabalho em equipe e a capacidade de adaptar-se rapidamente à demanda do mercado de trabalho.	Qualitativa-quantitativa
	Gotz (2019)	Discutir competências e habilidades dos trabalhadores na Indústria 4.0. competências e habilidades gerais no contexto da Indústria 4.0: criatividade, pensamento empreendedor, resolução de problemas e conflitos, tomada de decisão, habilidades analíticas e de pesquisa, rápida adaptação a situações inesperada, ação corajosa, capacidade de falhar rapidamente e se recuperar rapidamente (resiliência), capacidade de trabalho em equipe, aprendizado rápido, desaprendizagem e reaprendizado.	Qualitativa
	Golan, Cohen e Singer (2019)	Analisar a interação entre o operador e a estação de trabalho no contexto da Indústria 4.0; busca monitorar de forma contínua o estado do trabalhador a partir de aspectos como: motivação, aprendizagem, fadiga, emoções, atenção e propensão a erros.	Qualitativo
	Trompisch (2017)	Competências Operacionais e Indústria 4.0: acesso independente ao conhecimento, flexibilidade, intensivo aprendizado e treinamentos, criatividade, produtividade, inovação, descentralização do sistema em prol da autonomia no trabalho, pensar de forma interdisciplinar e sistêmica, auto-organização e auto-direção. Além de ser relatado também a necessidade de mudanças no ambiente educacional.	Revisão bibliográfica
<b>Ensino e aprendizagem na Indústria 4.0</b>	Santos e Benneworth (2019)	Competências na Indústria 4.0 relacionado ao contexto de universidades, mais especificamente sobre a abordagem de ensino e aprendizagem.	Qualitativa
	Santos, Vianna e Le Roux (2018)	Na Indústria 4.0 relacionado ao contexto de universidades habilidades, aprendizagem e desenvolvimento.	Qualitativa
	Kusmin, Tammets e Ley (2018)	Instituições de ensino superior: criar ambientes para o desenvolvimento de futuras habilidades da força de trabalho necessárias à Indústria 4.0.	Qualitativa

Fonte: elaborado pelos autores.

A partir do Quadro 7 é possível observar que as três principais abordagens identificadas, a partir dos 14 estudos selecionados por essa revisão sistemática da literatura, foram Consequências da Indústria 4.0, Mapeamento de Competências e Ensino e aprendizagem na Indústria 4.0. Dessa forma, pode-se afirmar que, essas são as principais perspectivas de pesquisa na temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais dentre os 14 artigos selecionados.

No Quadro 8 apresenta-se quais foram as competências analisadas por cada um dos 14 artigos considerados nessa pesquisa.

Quadro 8 - Competências Operacionais e Indústria 4.0

<b>Competências Operacionais</b>	<b>Autores</b>
Flexibilidade e Adaptabilidade	Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019); Avogaro (2019); Dean e Spoehr (2018); Longo, Nicoletti e Padovano (2017); Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019); Nguyen et al. (2019); Gotz (2019); Trompisch (2017).
Aprendizagem contínua	Pfeiffer (2016); Gotz (2019); Golan; Cohen e Singer (2019); Trompisch (2017); Santos e Benneworth (2019); Santos, Vianna e Le Roux (2018).
Inovação/Criatividade	Ramingwong e Manopiniwes (2019); Pfeiffer (2016); Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019); Gotz (2019); Trompisch (2017).
Iniciativa/Disposição	Ramingwong e Manopiniwes (2019); Gotz (2019); Kusmin, Tammets e Ley (2018).
Resiliência	Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019); Golan; Cohen e Singer (2019).
Liderança	Ramingwong e Manopiniwes (2019); Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019).
Trabalho em equipe	Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019); Nguyen, Nguyen, Nguyen e Huynh (2019); Gotz (2019).
Comunicação	Ramingwong e Manopiniwes (2019); Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019).
Negociação	Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019); Gotz (2019).
Pensamento sistêmico	Martinez-Gonzalez, Olid e Crespo (2019); Trompisch (2017).
Planejamento	Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019); Pfeiffer (2016).
Resolução de problemas	Stachová, Papula, Stacho e Kohnová (2019).
Tomada de decisão	Gotz (2019).
Autonomia	Avogaro (2019).

Fonte: elaborado pelos autores.

Diante do Quadro 8 e a partir dos 14 estudos selecionados por essa revisão sistemática da literatura, verificam-se as principais Competências Operacionais identificadas pelos autores na promoção da Indústria 4.0. O Quadro 6 cumpre o objetivo desse estudo que se propõe a identificar estudos na temática de competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de

2011 até 2019 e responder à questão de pesquisa sobre quais as competências operacionais identificadas na literatura sobre Indústria 4.0. Sendo assim, é possível afirmar que, nesse momento, essas são as principais tendências no que se refere à Competências Operacionais na Indústria 4.0.

### 2.3.5 Considerações Finais

Considera-se que o objetivo do estudo foi alcançado – identificar estudos na temática de Competências Operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2019 – e, adicionado ao objetivo, foram identificadas três principais abordagens discutidas na temática deste estudo a partir dos artigos analisados.

Dessa forma, os resultados apontam que, a partir da revisão sistemática da literatura, as principais Competências Operacionais identificadas na Indústria 4.0 são: Flexibilidade e Adaptabilidade, Aprendizagem Contínua, Inovação/Criatividade e Iniciativa/Disposição, Resiliência, Liderança, Trabalho em equipe, Comunicação, Negociação, Pensamento sistêmico, Planejamento, Resolução de problemas, Tomada de decisão e Autonomia.

De forma complementar, observou-se que, dentre os artigos analisados por esse estudo, os autores dedicaram seus estudos acerca de Consequências da Indústria 4.0, Mapeamento de Competências e Ensino e Aprendizagem na Indústria 4.0. Fato que é relevante para o meio acadêmico e gerencial, visto que abre espaço para novas perspectivas e aprofundamento nessas temáticas.

Como recomendação para estudos futuros, sugere-se analisar a relação das Competências Operacionais na Indústria 4.0 e como esses conceitos estão sendo aplicados nas organizações que estão em fase de planejamento, implementação ou até mesmo o nível de maturidade da Indústria 4.0.

## 2.4 Artigo 4: Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura no período de 2011 até 2020

Artigo publicado na revista Empreendedorismo, Gestão e Negócios- v. 11 n. 1 (2022): vol11 <<http://ojs.fatece.edu.br/index.php/gestao-inovacao-empreendedorismo/article/view/87>>

### RESUMO

Indústria 4.0 corresponde a um sistema organizacional totalmente conectado e automatizado, em que as decisões são tomadas com base em informações em tempo real de um conjunto totalmente integrado e vinculado de equipamentos e pessoas. Trata-se de uma temática de significativo interesse e que requer atenção de acadêmicos, pesquisadores e gestores uma vez que implica em variáveis como sobrevivência, diferenciação e excepcionalidade da organização

diante do mercado em que atua. Esse artigo tem como objetivo analisar a integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0 a partir de uma revisão sistemática da literatura. Para isso, foram analisados 58 artigos a partir de uma pesquisa bibliográfica utilizando a base de dados *Web of Science* e considerando o período de 2011 até 2020. As publicações envolveram mais de 60 autores e de 25 países. Os países que mais se destacaram foram Alemanha e China. Uma das principais contribuições do estudo é apresentar de maneira integrada a reflexão acerca das Competências Operacionais e Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Competências Operacionais. Indústria 4.0. Revisão Sistemática da Literatura.

#### 2.4.1 Introdução

A Indústria 4.0 tem ganhado atenção de pesquisadores, acadêmicos e gestores ao redor do mundo (LIAO et al., 2017) isso se deve ao fato de que a chamada Quarta Revolução Industrial tem como objetivo automação, integração vertical e horizontal e digitalização de todos os processos organizacionais de manufatura e serviços a fim de viabilizar uma produção inteligente, customizada e flexível (PICCAROZZI et al., 2018).

Para Frank et al. (2019), a Indústria 4.0 promove a manufatura inteligente a partir de um sistema interconectado e flexível. Como resultado, auferem-se qualidade, produtividade e customização de produtos de acordo com a demanda do cliente além de conseguir gerir em tempo real toda movimentação da cadeia de suprimentos.

Adicionalmente, como forma de se manterem no mercado e obterem maiores ganhos em competitividade, as organizações passam a reconhecer que a sobrevivência no mercado está ligada à capacidade de diferenciação e ao desenvolvimento contínuo, que é condicionado a partir do trabalho e valorização dos trabalhadores. De forma paralela, as pessoas também sabem da importância do desenvolvimento constante para garantirem sua mobilidade no mercado (DUTRA; COMINI, 2010). Nessa relação de mútuo desenvolvimento é que se encaixa a reflexão acerca das Competências Operacionais necessárias à promoção da Indústria 4.0.

De acordo com Souza e Santos (2020, p. 6) além de disponibilizar uma infraestrutura tecnológica com padrões da Indústria 4.0, é necessário que as empresas capacitem funcionários para que estejam aptos e incorporados ao novo contexto da organização. Uma vez que, segundo os mesmos autores, “a relação que se faz entre Competências Operacionais e Indústria 4.0 é que há a necessidade de aprendizado, gestão do conhecimento e capacidade de inovação a fim de facilitar o processo da instauração da Quarta Revolução Industrial”.

As funcionalidades das Competências nas organizações estão associadas à: a) Sobrevivência: uma vez que as competências contribuem para a sobrevivência da organização no médio prazo; b) Diferenciação: considerando que é possível diferenciar a organização a

partir de suas competências; c) Excepcionalidade: as competências contribuem para o pioneirismo da organização no mercado (RUAS, 2003).

A fim de assegurarem a sobrevivência, diferenciação e excepcionalidade no mercado em que atuam, as organizações precisam estar prontas para as novas demandas, considerando que a Indústria 4.0 tem um importante impacto estratégico no desenvolvimento industrial global e objetiva aumentar o nível de industrialização, informatização e digitalização de processos organizacionais para alcançar maior eficiência, competência e competitividade (XU et al., 2018), e ciente de que essa mudança não afetará somente sistemas de produção, mas também terá efeito significativo na força de trabalho (KAZANCOGLU; OZKAN-OZEN, 2018).

Em virtude da notória importância da temática e com a inquietação dos desdobramentos da Indústria 4.0, a lacuna identificada – com base nas pesquisas realizadas na base de dados *Web of Science* até o momento – é que há necessidade de realizar uma revisão sistemática da literatura que apresente de maneira integrada a reflexão acerca das Competências Operacionais e Indústria 4.0.

Logo, o objetivo deste artigo é analisar a integração das competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 a 2020 a partir de uma revisão sistemática da literatura. Sendo assim, o artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre Competências Operacionais e Indústria 4.0; a Seção 3 apresenta a metodologia utilizada no estudo; a Seção 4 apresenta os resultados e, por fim, as considerações finais e perspectivas são apresentadas na Seção 5.

#### 2.4.2. Referencial Teórico

As primeiras revoluções industriais tiveram como marco a mecanização, a eletricidade e a tecnologia da informação (OBERER; ERKOLLAR, 2018; YIN; STECKE; LI, 2018). Já a Quarta Revolução Industrial tem como marco produção inteligente e flexível, análise de dados em larga escala e em tempo real e melhorias em processos de tomada de decisão (DALENOGARE *et al.*, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019), além de componentes como *Big Data*, simulação dos sistemas de produção, Internet das Coisas (IoT), sistemas ciberfísicos, computação em nuvem, realidade virtual, segurança cibernética, robôs colaborativos, comunicação máquina-a-máquina (MOEUF *et al.*, 2017).

A implantação da Indústria 4.0 viabiliza a automação e digitalização dos processos de fabricação e é vital para as empresas que buscam acompanhar as tendências emergentes na produção (MEDIC *et al.*, 2019). Além disso, a Quarta Revolução Industrial afeta também a força de trabalho – operadores – das empresas (KAZANCOGLU; OZKAN-OZEN, 2018), por

esse motivo, é necessário refletir acerca de quais são as competências operacionais necessárias aos trabalhadores no contexto da Indústria 4.0.

O conceito de competência foi discutido pela primeira vez em 1973 por David McClelland (DUTRA et al., 2013) e se modifica a depender de sua abordagem: a norte-americana e a francesa. Segundo Dutra (2016), o conceito americano de competências se respalda inicialmente na literatura proposta por David McClelland na década de 70, que buscava substituir os testes de inteligência nos processos seletivos de organizações e posteriormente orientar outras práticas de gestão de pessoas como processos avaliativos e de desenvolvimento.

A perspectiva americana está alinhada com a lógica taylorista de gestão, em que as pessoas são apenas adequadas para as suas funções a partir da definição dos conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para o cargo ou grupo que devem ocupar, acredita-se que são as capacidades humanas que justificam o alto desempenho dos seus trabalhadores (DUTRA, 2017).

Já a abordagem francesa prioriza a maneira com que os indivíduos mobilizam seu repertório de conhecimentos e habilidades em um determinado contexto, para gerar valor para o meio em que está inserido, em outras palavras, existe uma conexão entre as competências e os saberes do indivíduo (FLEURY; FLEURY, 2001; DUTRA, 2017). Nessa perspectiva, o modelo de competências para a gestão de organizações é justificado devido a três transformações do mundo do trabalho que são: a) Noção de incidente: já que cada vez mais as organizações lidam com situações de trabalho imprevistas e não programadas que obrigam as organizações deixarem de utilizar o sistema de tarefas pré-definidas para cada pessoa, demandando também que os funcionários mobilizem constantemente novos recursos para resolver situações de trabalho inesperadas; b) Noção de comunicação: as pessoas precisam compreender quem são e compreenderem também os outros, além dos objetivos organizacionais de onde atuam; c) Noção de serviço: as organizações precisam ter como centralidade, em todas suas atividades, a ideia de atender um cliente externo ou interno (ZARIFIAN, 2001)

Dessa forma, as competências passam a ser a inteligência prática para o cotidiano do trabalho que se dá a partir dos conhecimentos adquiridos que vão se modificando pela complexidade das situações (ZARIFIAN, 2001). Sendo assim, competências não são um estado e não se reduzem ao conhecimento estático, e sim, é algo que se dá e se transforma a partir da biografia, socialização, formação educacional e experiência profissional da pessoa que a detém e a desenvolve (LE BOTERF, 1996).

De acordo com Dutra (2013, p.16) as principais tendências da literatura acerca da abordagem competências são as apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Tipos de Abordagem Competência

<b>Competências Individuais</b>	Referem-se à competência de indivíduos, cuja entrega é resultante de trabalho individual.
<b>Competências Coletivas ou Grupais</b>	Referem-se a competências coletivas, cuja entrega é resultado coletivo.
<b>Competências da Organização</b>	Refere-se a competências que dizem respeito à estratégia da empresa e são evidentemente também competências coletivas.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Dutra (2013, p. 16).

Segundo a abordagem francesa os conhecimentos e o *know-how* individuais não são considerados competências se não forem comunicados e utilizados, uma vez que ser competente implica mobilizar, integrar e transferir os conhecimentos de acordo com o contexto que está inserido. Ao mesmo tempo, sob a perspectiva da organização, ser competente significa agregar valor econômico para a empresa e valor social para os indivíduos, assim as organizações devem competir não apenas em relação aos seus produtos e serviços, mas por meio das competências, objetivando atrair, desenvolver e reter talentos competentes para atender às competências da organização (FLEURY, FLEURY, 2001).

De acordo com Dutra (2017, p. 55) “quando as competências individuais se harmonizam no todo, temos um conjunto competente”, esse argumento justifica o fato deste estudo abordar as chamadas Competências Operacionais – ou também chamadas pelo mesmo autor de Competências Individuais, que são relacionadas às atividades-fim da empresa – ademais, seguindo a recomendação de Souza e Santos (2020) – analisar a relação das Competências Organizacionais e Indústria 4.0 – é que este estudo foi realizado.

#### 2.4.3 Aspectos Metodológicos

Diante do panorama apresentado na temática desta proposta e considerando o objetivo dessa pesquisa que é identificar estudos na temática de Competências Operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2020, mostram-se a seguir os aspectos metodológicos deste estudo.

O presente estudo é caracterizado como uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com Gil (2008, p. 50), “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Ademais, o autor destaca que a principal vantagem desse tipo de pesquisa é a de que o pesquisador pode investigar aspectos de forma amplificada.



Tranfield, Denyer e Smart (2003) propõem um modelo para a condução da chamada revisão sistemática da literatura, que é composto por três fases: planejamento da revisão, condução e divulgação dos resultados analisados. O Quadro 10 apresenta as etapas seguidas para realização da revisão sistemática da literatura proposta.

Quadro 10 - Etapas da Pesquisa

<b>PLANEJAMENTO DA REVISÃO</b>	Etapa 1	Definição da temática da pesquisa
<b>CONDUÇÃO</b>	Etapa 2	Escolha da base de dados para realização da busca
	Etapa 3	Identificação do período da busca
	Etapa 4	Seleção das palavras-chave
	Etapa 5	Definição dos critérios de seleção e exclusão dos artigos
<b>DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	Etapa 6	Apresentação da análise dos artigos selecionados identificando evolução da temática ao longo dos anos, países de origem dos estudos, <i>journals</i> e instituições nos quais os estudos foram publicados, principais autores da temática, metodologias utilizadas e principais discussões e abordagens.

Fonte: elaborado pelos autores.

Segundo Tranfield, Denyer e Smart (2003) o planejamento da revisão significa identificar a necessidade de uma revisão e desenvolver um protocolo de revisão. Para isso, correspondendo a etapa 1 – de acordo com o Quadro 10 – o presente estudo identificou a necessidade da revisão dada inquietação quanto ao objetivo de pesquisa, uma vez que foi identificada a necessidade de apurar os estudos com a temática de competências operacionais e indústria 4.0 entre os anos de 2011 até 2020.

E, com relação ao desenvolvimento de um protocolo de revisão, os mesmos autores afirmam que há a necessidade de formular o objetivo da pesquisa, identificar a fonte de pesquisa, definir procedimentos para selecionar e excluir artigos. Sendo assim, a presente revisão sistemática objetivou analisar a integração das competências operacionais e Indústria 4.0 entre os anos de 2011 a 2020.

A etapa 2 refere-se a escolha da base de dados utilizada, que foi a Web of Science (THOMSON REUTERS, 2018), dada relevância e abrangência que é de 81 países e possui mais de 11 mil *journals* indexados e cobrindo o período de 1900 até hoje.

Já na etapa 3 – identificação do período da busca – o recorte temporal foi a partir de 2011. Isso se deu pelo fato da temática de Indústria 4.0 ter sido evidenciada pela primeira vez na Feira de Hannover, no ano de 2011, na Alemanha (KAGERMANN, et al. 2013).

A etapa 4 apresenta a necessidade de selecionar as palavras-chave do estudo, as quais foram: “flexibility”, ”adaptability”, ”learn\*”, ”continuos learn\*”, “creat\*”, “innov\*”,

“iniciativ\*”, “resilienc\*”, “leadership”, “leader”, “teamwork”, “team work”, “team”, “group”, “communication”, “negotiation”, “global vision”, “overview”, “systemic thinking”, “plann\*”, “problem solving”, “decision-making”, “decision making”, “autonomy”, “industr\* 4.0”, “4th industrial revolution”, “fourth industrial revolution”. Cabe dizer que os asteriscos (“\*”) utilizados são por conta das variações que as palavras poderiam apresentar, por exemplo: “industry” ou “industrie”.

No que se refere a etapa 5 – definição dos critérios de seleção e exclusão dos artigos – foram incluídos critérios para que a pesquisa trouxesse resultados dentro do período estipulado (2011 até 2019) e que as palavras-chave estivessem no título dos artigos, para isso, foram utilizados também operadores lógicos de pesquisa (operadores booleanos), que permitiram a construção dos seguintes *strings* de busca, conforme mostra o Quadro 11.

Quadro 11 - *Strings* de busca utilizados

PESQUISA	COMPETÊNCIAS	STRING DE BUSCA
1	Flexibilidade/ Adaptabilidade	TITLE-ABS-KEY("flexibility" OR "adaptability") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
2	Aprendizagem contínua	TITLE-ABS-KEY ("learn*" OR "continuous learn*") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
3	Inovação/ Criatividade	TITLE-ABS-KEY ("creat*" OR "innov*") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
4	Iniciativa/ Disposição	TITLE-ABS-KEY ("iniciativ*") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
5	Resiliência	TITLE-ABS-KEY ("resilienc*") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
6	Liderança	TITLE-ABS-KEY ("leadership" OR "leader") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
7	Trabalho em equipe	TITLE-ABS-KEY ("teamwork" OR "team work" OR "team" OR "group") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
8	Comunicação	TITLE-ABS-KEY ("communication") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
9	Negociação	TITLE-ABS-KEY ("negotiation") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
10	Pensamento sistêmico	TITLE-ABS-KEY ("global vision" OR "overview" OR "systemic thinking") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
11	Planejamento	TITLE-ABS-KEY ("plann*") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.
12	Resolução de problemas	TITLE-ABS-KEY ("problem solving") AND TITLE-ABS-KEY (“industr* 4.0” OR “4th industrial revolution” OR “fourth industrial revolution”) PUBYEAR AFT 2011.

13	Tomada de decisão	TITLE-ABS-KEY ("decision-making" OR "decision making") AND TITLE-ABS-KEY ("industr* 4.0" OR "4th industrial revolution" OR "fourth industrial revolution") PUBYEAR AFT 2011.
14	Autonomia	TITLE-ABS-KEY ("autonomy") AND TITLE-ABS-KEY ("industr* 4.0" OR "4th industrial revolution" OR "fourth industrial revolution") PUBYEAR AFT 2011.

Fonte: elaborado pelos autores.

Assim, os artigos resultantes da busca realizada foram catalogados em planilha do MS Excel dando origem a uma base de artigos com as seguintes informações: título do artigo, autores, ano de publicação, número de citações e resumo. Cabe ressaltar que foram encontrados, no total, 108 artigos de acordo com a disposição da Tabela 11.

Tabela 11 - Artigos encontrados em cada competência analisada

<b>COMPETÊNCIAS</b>	<b>ARTIGOS ENCONTRADOS</b>
Inovação/Criatividade	52
Aprendizagem contínua	21
Comunicação	8
Planejamento	8
Liderança	5
Tomada de decisão	3
Trabalho em equipe	3
Flexibilidade/Adaptabilidade	2
Iniciativa/Disposição	2
Pensamento sistêmico	2
Resiliência	1
Resolução de problemas	1
Autonomia	0
Negociação	0
<b>Total</b>	<b>108</b>

Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com a Tabela 11, nota-se que a competência Inovação/Criatividade resultou em mais artigos encontrados (n=52) e seguida de Aprendizagem contínua (n=21). As competências relacionadas à autonomia e negociação não resultaram em nenhum artigo. Na sequência, foi realizada uma análise dos conteúdos dos artigos encontrados para que fossem identificados os artigos que iriam compor a presente revisão bibliográfica – o critério analisado nessa etapa foi a relação direta com a presente temática, sendo assim, os artigos que não seguiram esse critério foram descartados. Feita a análise dos trabalhos, foram identificados 58 artigos diretamente relacionados à temática desse estudo, conforme apresenta a Tabela 12.

Tabela 12 - Artigos selecionados por competência

<b>COMPETÊNCIAS</b>	<b>ARTIGOS SELECIONADOS</b>
Inovação/Criatividade	27

Aprendizagem contínua	5
Comunicação	6
Planejamento	7
Liderança	3
Tomada de decisão	3
Flexibilidade/Adaptabilidade	1
Iniciativa/Disposição	2
Pensamento sistêmico	2
Resiliência	1
Resolução de problemas	1
Autonomia	0
Negociação	0
Trabalho em equipe	0
<b>Total</b>	<b>58</b>

Fonte: elaborado pelos autores.

Na sexta etapa do estudo, denominada por Tranfield, Denyer e Smart (2003) como divulgação dos resultados, os 58 artigos identificados foram lidos por completo e que são discutidos na Seção 4 evidenciando a apresentação da análise dos artigos selecionados identificando os países de origem dos estudos e principais discussões e abordagens.

#### 2.4.4 Resultados e Discussões

A seguir são apresentados os resultados das análises dos estudos selecionados no tocante a distribuição das publicações de acordo com a nacionalidade e discussão de cada um dos 58 artigos selecionados no presente estudo. A Tabela 13 mostra a origem dos estudos acerca da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais.

Tabela 13 - Origem dos estudos da temática de Indústria 4.0 e Competências Operacionais

<b>Competência</b>	<b>Continente</b>	<b>País</b>	<b>Número de estudos</b>
<b>Inovação e Criatividade</b>	Europa	Alemanha	6
		República Tcheca	3
		Áustria	3
		Itália	2
		Bélgica	1
		Inglaterra	1
		Polônia	1
		Sérvia	1
	Ásia	Coreia do Sul	2
		Índia	1
		Palestina	1
		Canadá	1
	América do Norte	Estados Unidos	1
		América do Sul	Brasil
	África	África do Sul	1
	<b>Aprendizagem Contínua</b>	Europa	Alemanha
Hungria			1

		Polônia	1
		Romênia	1
	América do Norte	Estados Unidos	1
<b>Comunicação</b>	Europa	Alemanha	2
		Sérvia	1
		Itália	1
		Espanha	1
		América do Sul	Brasil
<b>Planejamento</b>	Europa	Alemanha	2
		Portugal	1
		Ásia	China
<b>Liderança</b>	Europa	Turquia	2
	África	África do Sul	1
<b>Tomada de decisão</b>	América do Norte	Estados Unidos	1
	Europa	Sérvia	1
		Eslováquia	1
<b>Flexibilidade/Adaptabilidade</b>	Europa	Alemanha	1
<b>Iniciativa/Disposição</b>	África	África do Sul	1
	Ásia	Índia	1
<b>Pensamento sistêmico</b>	Ásia	Índia	1
	Europa	Romênia	1
<b>Resiliência</b>	Europa	Itália	1
<b>Resolução de problemas</b>		Alemanha	1
<b>Total de estudos</b>			<b>58</b>

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota-se, a partir da Tabela 3, que a maioria dos estudos são de origem europeia (n=39) – cabe dizer que a Alemanha é país que deu origem à Indústria 4.0, portanto, pode-se afirmar que a Europa é o berço da Indústria 4.0 – seguido dos estudos de origem asiática (n=10), e os demais da América do Norte (n=4), América do Sul (n=3) e África (n=3). De forma complementar, a Figura 11 sintetiza a relação entre países e estudos sobre Indústria 4.0 e Competências Operacionais.

Figura 11 - Relação entre países e origem dos estudos acerca da temática Indústria 4.0 e Competências Operacionais



Fonte: elaborado pelos autores.

Destaca-se, a partir da Figura 1, a predominância de estudos vindos da Alemanha (n=12), seguido de estudos da China e Itália (n=8), África do Sul, Áustria, Brasil, Estados Unidos, Índia, República Tcheca e Sérvia (cada um com n=3) e os demais países entre 1 e 2 estudos realizados no período pesquisado (2011 a 2019). Cabe reforçar que a Figura 1 faz referência exclusivamente ao objeto de pesquisa desse estudo, que se propõe a analisar a integração competências operacionais (Inovação/Criatividade; Aprendizagem Contínua; Comunicação; Planejamento; Liderança; Tomada de decisão; Trabalho em equipe; Flexibilidade/Adaptabilidade; Iniciativa/Disposição; Pensamento Sistemico; Resiliência; Resolução de Problemas; Autonomia e Negociação) e Indústria 4.0 a partir de uma revisão sistemática da literatura. Sendo assim, os itens a seguir discutem os 58 artigos selecionados e relacionados diretamente à proposta desse estudo.

#### 2.4.4.1 Inovação/Criatividade

O estudo de Adamik (2019) teve como objetivo discutir como as empresas podem gerar vantagem competitiva a partir da Indústria 4.0 – ou também denominada pelo autor de revolução digital. O autor alerta para o fato de que as empresas devem se atentar não só a recursos e habilidades, mas também estratégias para competir nesse novo cenário. Como resposta ao objetivo da pesquisa, o estudo aponta que são pré-requisitos: ênfase em conhecimento, desenvolvimento e aprimoramento de competências, investimento em tecnologia e redes de cooperação.

Arbix et al. (2018) analisaram os principais aspectos da Indústria 4.0 na Alemanha e China, para isso, os autores discutiram de que forma os dois países miram a competitividade e produtividade nesse contexto. Entre as semelhanças entre os países destaca-se que ambos são movidos pela inovação, priorizam tecnologias digitais, implementam projetos de alto impacto econômico, social e tecnológico, buscam produção limpa e sustentável, investem em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), além de apoiarem *startups* de tecnologia e apoiarem a internacionalização de empresas.

A discussão do trabalho de Botha (2019) está centralizada na “nova realidade” da Quarta Revolução Industrial. De acordo com o autor, essa nova realidade é explicada pelo fato de os consumidores assumirem um papel importante dentro da cadeia de valor, uma vez que é possibilitada a customização e personalização de produtos. Além disso, o autor ressalta o fato de que os consumidores podem servir como fonte e suporte ao processo de inovação de produtos.

Caruso (2018) discute em seu trabalho as mudanças sociais decorrentes da inovação digital e a Quarta Revolução Industrial. A partir de um estudo qualitativo, o autor apresenta quatro elementos resultantes dessas mudanças sociais: 1. Socialização do processo produtivo; 2. Cooperação entre pares; 3. Participação dos funcionários na tomada de decisão; 4. Autonomia no trabalho. O autor apresenta também que, no contexto da Indústria 4.0, ganha espaço o indivíduo que possui elevadas competências técnicas e computacionais, bem como competências relacionais e comunicativas.

O foco do trabalho de Batz et al. (2018) foram as pequenas e médias empresas e formas de viabilizar a cultura de inovação em empresas desse porte. Segundo os autores, cabe às empresas explorarem os elementos em torno da Indústria 4.0 com o objetivo de acelerar o processo de inovação, alcançar o dinâmica da indústria além de apoiar a aquisição, assimilação e transformação de conhecimentos internos e externos em inovação.

Já o estudo de Bordeleau et al. (2020) teve como foco as médias empresas no cenário da Indústria 4.0. O estudo aponta que as empresas de porte médio é que vão alavancar a inteligência de negócios e que aspectos como liderança, aprendizagem e cultura organizacional são determinantes na Indústria 4.0 e, sobretudo, em médias empresas.

O estudo de caso realizado por Chen (2019) aborda o contexto de criação de valor na Indústria 4.0 em pequenas e médias empresas têxteis de Taiwan, o objetivo consistiu em identificar de que forma quatro empresas empregam tecnologia no contexto da Quarta Revolução Industrial. O autor destaca práticas de criação de valor na Indústria 4.0 a partir do

contexto analisado: aumentar eficiência de produção; melhorar as habilidades de negociação; identificar necessidades; criar novas formas de experiências de atendimento ao cliente.

No mesmo setor – de indústrias têxteis – o estudo de Lalic et al. (2019) objetivou analisar as inovações tecnológicas da indústria têxtil e de vestuário na Sérvia em relação à Indústria 4.0. Os resultados do estudo quantitativo indicaram que empresas têxteis da Sérvia consideradas na Indústria 4.0 utilizam conceitos de inovação organizacional em um nível muito baixo.

De forma paralela ao estudo de Chen (2019), Gerlitz (2016) também abordou a temática de inovação em pequenas e médias empresas no contexto da Indústria 4.0. A pesquisa qualitativa apresentou como resultados o fato de que pequenas e médias empresas no cenário da Indústria 4.0 podem acelerar metas de crescimento, tornarem-se mais inovadoras, terem uma competitividade sustentável e um crescimento inteligente a partir de um design de operações mais integrador.

Müller et al. (2018) analisaram como a Indústria 4.0 desencadeia mudanças nos modelos de negócios de pequenas e médias empresas de manufatura. A partir de uma pesquisa com 68 empresas alemãs, os resultados do estudo apontam que a Indústria 4.0 abrange três dimensões: digitalização de processos, manufatura inteligente e conectividade *intercompany*. Ademais, três elementos do negócio são afetados: criação de valor, captura e oferta de valor.

Em um outro trabalho, Müller e Däschle (2018) investigaram soluções de inovação de modelos de negócios da Indústria 4.0 em pequenas e médias empresas. Dentre os resultados, os autores apontam que os benefícios percebidos da Indústria 4.0 são, em sua maioria, relacionados à produção e há uma correlação entre análise de falhas e aumento da qualidade nos processos, além disso, custos podem ser reduzidos à medida que operações que não agregam valor sejam também mitigadas.

Complementarmente, Müller (2019) tratou sobre a inovação do modelo de negócios em pequeno e médio empreendimentos na Indústria 4.0. Para isso, foi conduzida uma pesquisa exploratória com 43 especialistas de empresas alemãs e os resultados apresentam que há uma necessidade de estabelecer estratégias para um maior alinhamento dos modelos de negócios entre empreendimentos desses portes da Indústria 4.0.

Pisar & Bilkova (2019) realizaram um estudo cujo objetivo foi analisar as possibilidades do uso da controladoria como ferramenta de gestão das pequenas e médias empresas para o aumento da competitividade no contexto da Indústria 4.0 com ênfase nas inovações. Para isso, foi realizada uma análise de 341 empresas da República Tcheca, os resultados apontaram uma forte correlação entre controladoria, processos, atividades inovadoras e nível tecnológico da



organização. De acordo com os autores, os resultados mostram possíveis oportunidades e caminhos para a estabilidade e desenvolvimento de longo prazo das pequenas e médias empresas.

O trabalho realizado por Daemmrigh (2017) apresenta um histórico das revoluções industriais até chegar na Quarta Revolução Industrial. O estudo contribui com discussões relacionadas aos efeitos da inovação nas revoluções industriais ocorridas e apresenta perspectivas sobre debates contemporâneos no que tange a tecnologia, como a necessidade de apoio e investimento em inovação a fim de viabilizar novas estruturas organizacionais.

O estudo de Maier et al. (2015) contemplou a Indústria 4.0 sob a ótica da cadeia de suprimentos, os autores reforçaram que a Quarta Revolução Industrial trouxe novas tecnologias e sistemas cibernéticos que ganham cada vez mais popularidade, além disso, trataram também de formas de gerenciar a complexidade cada vez maior das redes de abastecimento.

De forma similar, Hahn (2020) também realizou um estudo acerca da inovação em cadeia de suprimentos na Indústria 4.0. Dentre as considerações do autor, destaca-se que o foco da cadeia de suprimentos na Indústria 4.0 deve estar relacionado à produção em escala e flexibilidade de produção e as soluções da Indústria 4.0 devem estar centradas em tecnologia.

Já o trabalho de Laudante (2017), dedicou-se a apresentar uma análise da ergonomia em sistemas de manufatura da Indústria 4.0 e, como resultados, a partir da aplicação da realidade virtual foi possível identificar um método ergonômico do local de trabalho que garantisse o máximo de resultados para economia de recursos proporcionando vantagem competitiva.

A partir de um estudo quantitativo, Kiel et al. (2017) analisaram o contexto da Indústria 4.0 a partir da ótica da Internet das Coisas (IoT) e suas implicações relativas ao Tripé de Sustentabilidade (do inglês: *Triple Bottom Line*), que contempla aspectos econômicos, sociais e ecológicos. Com um estudo holístico, os autores apresentam três aspectos críticos da Internet das Coisas: a integração técnica, dados e informação, contexto público. Além disso, os autores afirmam que a IoT corresponde a uma forma de criação de valor industrial por se configurar em consonância com o Tripé de Sustentabilidade.

Da mesma maneira, Matthyssens (2019) também contemplou Internet das Coisas (IoT) em seu estudo. A partir de uma revisão de literatura, o autor apresenta os principais motivadores e barreiras e fornece uma visão sobre as capacidades de criar um fluxo de novas iniciativas de geração de valor. O autor destaca as seguintes capacidades para geração de valor: viabilizar recursos para projetar, adaptar e comercializar sistemas de serviços de produtos; combinar estratégia e processos digitais com ofertas de valor; capacidades para projetar e mobilizar

ecossistemas e integrá-los em uma plataforma de IoT; capacidades para combinar e integrar abordagens de inovação tecnológica e de valor.

A análise do estudo de Lele e Goswami (2017) centrou-se nas implicações para políticas públicas e investimentos na Índia no contexto da Indústria 4.0. O estudo apresentou desafios para as políticas públicas do governo indiano e a necessidade de um olhar atento no que tange o acesso à tecnologia, conectividade e infraestrutura sobretudo em regiões mais pobres da Índia. No entanto, o estudo apontou que há um esforço por parte do governo indiano e parceiros em desenvolver e disseminar soluções que aumentem a eficiência das redes e produtividade.

Também sob a ótica da inovação, o estudo de Morrar et al. (2017) apresentou um framework com o objetivo de desenvolver um entendimento dos aspectos sociais da Quarta Revolução Industrial mostrando como a interação entre inovação tecnológica e inovação social podem resolver os problemas sociais e socioeconômicos atuais com ênfase na sustentabilidade. Os autores reforçam que as empresas bem-sucedidas na Indústria 4.0 serão aquelas que oferecem progresso social e benefícios econômicos.

Palazzeschi et al. (2018) realizaram uma análise da inovação no cenário da Indústria 4.0. A partir do estudo, os autores reforçam que é necessário não só implementar sistemas tecnológicos, mas também desenvolver inovações comportamentais de trabalho, isso implica em realizar treinamentos específicos aos trabalhadores a fim de desenvolver novas habilidades no trabalho promover competências como flexibilidade, resiliência e reação positiva à mudança.

O artigo de Park (2018) discute como a Quarta Revolução Industrial pode mudar a cadeia de produção global e o funcionamento das tecnologias aplicadas à indústria. Interessante destacar uma das abordagens do estudo que apresenta sobre as dimensões das pessoas no contexto da Indústria 4.0, para isso, o autor se baseou em Staffen e Schoenwald (2016) e apresentou que as lideranças devem assumir papéis flexíveis, deve haver integração entre áreas, a estrutura da organização passa a ser cada vez mais complexa, o desenvolvimento do trabalho demanda modelos flexíveis e digitais, além disso, as equipes passam a ser mais autônomas e criarem networks para desenvolvimento do trabalho.

De acordo com Reischauer (2018), a crescente adoção crescente de tecnologias digitais nas indústrias de manufatura no mundo é denominada Indústria 4.0. Dentre outros aspectos, o autor discute que o resultado pretendido da Indústria 4.0 é a chamada *Tripe Helix*, que corresponde a uma abordagem na qual as Universidades atuam como a propulsoras nas relações entre Empresas e Governos e tem como principal objetivo dessa relação é assegurar desenvolvimento da ciência, inovação, tecnologia e pesquisa (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1996).

Rocha et al. (2019) abordaram a temática de inovação e Indústria 4.0 a partir de um estudo de caso em quatro *startups* brasileiras. Os resultados do estudo evidenciaram que o Brasil ainda não possui preparo suficiente para implementar a Indústria 4.0 em larga escala, segundo os autores, isso se deve à falta de incentivos governamentais, falta de recursos financeiros e também aos aspectos culturais e educacionais. Esse fato apresenta um sinal de alerta às empresas brasileiras que possuem a intenção de se manterem competitivas em um mercado global, pois precisam estarem atentas aos desafios e necessidades de adaptações e desenvolvimento de seus processos.

Ungerma e Dedková (2019) e Ungerma et al. (2018) discutiram em seus estudos as inovações da área de Marketing ligadas à Indústria 4.0 e as consequências que são brevemente apresentadas a seguir: aumento do valor da empresa a partir do *networking*, alta demanda por pessoas qualificadas, melhoria na comunicação com os clientes – a partir do *Big Data* –, aumento da competitividade da empresa e produtividade no trabalho, redução de custos, possibilidade de entrada em novos mercados, melhoria na qualidade dos produtos, mudança positiva no Planejamento Estratégico e Cultura da empresa em virtude da adaptação para a Indústria 4.0.

#### 2.4.4.2 Aprendizagem Contínua

O estudo de Lenart-Gansiniec (2019) objetivou realizar uma análise sistemática da literatura acerca da aprendizagem contínua para implementação da Indústria 4.0. A autora reforça o fato de que as organizações precisam cada vez mais melhorar a eficiência de seus processos a fim de atender à demanda crescente e flexível proveniente do mercado. Sob a perspectiva da aprendizagem contínua, o estudo evidencia aspectos como pilares para a aprendizagem organizacional na Indústria 4.0: trabalho em equipe, flexibilidade, comunicação, criatividade, competências inovadoras e habilidade para resolução de problemas.

Villalba-Diez et al. (2019) analisaram a competência da aprendizagem contínua na Indústria 4.0 a partir de um estudo quantitativo acerca de padrões comportamentais e seus impactos na resolução de problemas. Os autores afirmam que no contexto da Indústria 4.0 e à luz de uma perspectiva neurológica, existem padrões de comportamento na resolução de problemas, segundo os autores, esse fato tem implicações no gerenciamento das operações da organização, no entanto, ainda são necessários estudos mais aprofundados acerca da temática.

Por outro lado, os autores Soto et al. (2019) verificaram em seu estudo quantitativo a competência da aprendizagem contínua acerca da detecção de falhas em produtos advindos da Indústria 4.0. Sendo assim, o estudo dedicou-se a apresentar um sistema que atendesse à

flexibilidade e às constantes mudanças demandadas pela Indústria 4.0 bem como apresentou uma simulação do funcionamento do sistema.

A partir de um estudo qualitativo, Mogos et al. (2018) abordaram a competência de aprendizagem contínua relacionada ao contexto da Educação 4.0 e, segundo os autores, a tecnologia da Indústria 4.0 atrelada a metodologias de educação possibilita melhorias na aprendizagem contínua e torna a educação mais acessível e personalizada à medida que combina tecnologia e situações reais. O estudo reforça que o incentivo e desenvolvimento de uma infraestrutura inteligente é essencial para viabilizar a aprendizagem contínua.

O estudo de Syam e Sharma (2018) concentrou-se em analisar a aprendizagem contínua e impactos sobre a gestão de vendas a partir de um estudo quantitativo. Como resultado, o estudo identificou a tecnologia 4.0 como papel facilitador e de apoio para vendas mais eficientes no que se refere à compreensão do comportamento do cliente e entrega de ofertas mais personalizadas.

#### 2.4.4.3 Comunicação

Aceto, Persico e Pescapé (2019) realizaram uma pesquisa bibliográfica sobre Tecnologias de Informação e Comunicação para a Indústria 4.0 apresentando o estado da arte, taxonomias, perspectivas e desafios. Os autores reforçam que o papel do ser humano é considerado insubstituível na operação de máquinas no contexto da Indústria 4.0, ademais, a comunicação viabiliza a integração de seus sistemas.

De forma adicional, Jänicke (2019) afirma que a comunicação na Indústria 4.0 promove o conceito de sistemas dentro de uma empresa a fim de se comunicar com sistemas externos em outras empresas ou serviços em nuvem. Além disso, o autor trata de pontos cruciais na comunicação na Indústria 4.0 que são: confidencialidade de dados, monitoramento, protocolos e políticas de segurança entre os pares da empresa.

Na mesma temática, Kunst *et al.* (2019) tratam de forma mais específica acerca da competência de comunicação a partir de um estudo quantitativo com a finalidade de identificar possíveis melhorias na comunicação de dispositivos nas redes sem fio da Indústria 4.0. Os autores propõem três possíveis cenários para avaliar o desempenho do compartilhamento de recursos de rede e sinalizam que são necessários estudos futuros para uma análise mais aprofundada do desempenho das soluções propostas.

Similarmente, o estudo de Lucas-Estañ *et al.*, (2018) aponta as tendências emergentes na comunicação sem fio e gerenciamento de dados para a Indústria 4.0. A partir de um estudo quantitativo, os autores afirmam que soluções de rede completamente centralizadas não serão

mais suficientes para atender aos requisitos rigorosos das aplicações industriais relacionadas e que a Indústria 4.0 exige técnicas avançadas de comunicação e gerenciamento de dados. Lucas-Estañ *et al.*, (2018) apresentam como solução o gerenciamento local e descentralizado da rede a fim de obter a flexibilidade necessária para atender com eficiência os requisitos da Indústria 4.0.

Ainda em sob uma visão mais específica a respeito da comunicação para viabilizar a integração de sistemas, Heynicke *et al.* (2018) ratificam que a comunicação desempenha um papel vital para realizar as diversas melhorias potenciais no processo de produção da Indústria 4.0. Os autores apresentam também uma alternativa de sistema capaz de suportar de maneira sustentável um avançado sistema de comunicação para demandas da Indústria 4.0.

A partir de uma ótica mais ampla acerca da competência de comunicação, Lenarčič (2019) conduziu estudos de caso em empresas da Eslovênia e apresenta a comunicação como uma das essenciais e força motriz da Indústria 4.0. Ademais, o autor aponta que as competências dos trabalhadores estão migrando de somente técnicas para o que chama de híbridas – a combinação de competências técnicas e comportamentais (do inglês: *hard skills* e *soft skills*) – e que há falta de mão-de-obra com as competências necessárias à Indústria 4.0, como solução, Lenarčič (2019) aponta que cabe a empresa ensinar e desenvolver.

Sendo assim, para que a integração de sistemas seja viável e que haja confidencialidade e segurança na comunicação, bem como a garantia de interoperabilidade é preciso investir no preparo dos operadores do chamado sistema 4.0.

#### 2.4.4.4 Planejamento

Tsai; Chu; Lee (2019) realizaram um estudo na temática de Indústria 4.0 no que se refere a planejamento de custos e com o objetivo de propor um método de custeio de produção baseado em atividades verdes e relacionando ao tema da Indústria 4.0. A partir da discussão proposta pelos autores, nota-se que se trata se um estudo que versa sobre aspectos mais gerais no que tange à competência de planejamento.

De forma similar, Tsai (2018) abordou modelo com Custeio Baseado em Atividades (ABC) e a Teoria das Restrições relacionado à Indústria 4.0 e produção verde na indústria têxtil. O estudo quantitativo apresentou que a partir do planejamento e utilização de técnicas da Indústria 4.0 como sensores em tempo real podem viabilizar a reciclagem de resíduos, reduzindo a emissão de carbono, economizando energia e custos e maximizar o lucro.

Paralelamente, Tsai e Lai (2018) utilizam a mesma abordagem de Tsai (2018), porém, aplicada à indústria de papel e apresentam contribuições a fim de melhorar a eficiência e

qualidade nesse segmento utilizando a Indústria 4.0. O estudo de Tsai e Lu (2018) também explora aspectos da produção verde no que tange às taxas de emissão de carbono e de que forma o planejamento na Indústria 4.0 pode ajudar empresas a executarem a gestão da produção promovendo maior eficiência, menor custo, menor emissão de carbono e maior qualidade em toda a cadeia de valor.

Já o estudo de Legat e Vogel-Heuser (2017) apresenta uma discussão acerca da Indústria 4.0 e planejamento de técnicas para automação de máquinas e fábricas. Os autores afirmam que há a necessidade de utilizar *softwares* de automação no contexto da Indústria 4.0, uma vez que possui um papel dominante no fortalecimento da flexibilidade geral dos recursos de manufatura.

O estudo quantitativo de Leite et al. (2019) tratou do planejamento e programação na Indústria 4.0 realizando comparações com outras abordagens a fim de solucionar problemas na cadeia de abastecimento de empresas e possibilitar a integração de máquinas, buscando soluções rápidas, globalmente otimizadas e flexíveis. De forma equivalente, Bendul e Blunck (2019) abordaram em seu estudo qualitativo aspectos relacionados ao planejamento e controle da produção associados à Indústria 4.0.

#### 2.4.4.5 Liderança

O estudo de Uys e Webber-Youngman (2019) levanta uma questão importante no cenário da Indústria 4.0: como gerenciar e liderar operações de maneira sustentável para lidar com as circunstâncias da Quarta Revolução Industrial? Para responder à esse questionamento, os autores realizaram uma revisão bibliográfica acerca das teorias de liderança e apontaram habilidades inerentes a um líder na Indústria 4.0 (GRAY, 2016; MAAKE, 2017 *apud* UYS; WEBBER-YOUNGMAN, 2019): resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade, gestão de pessoas, trabalho em equipe, inteligência emocional, tomada de decisão, orientação para o negócio, negociação, inteligência emocional, criatividade e inovação, liderança, adaptabilidade e resolução de problemas.

Analogicamente, Kasapoglu (2018) discute a temática de liderança em relação a organizações que estão no processo de incorporação de características da Indústria 4.0 a partir de um estudo quantitativo com 90 participantes. Uma das contribuições do estudo Kasapoglu (2018) é que empresas que estejam incorporando atributos da Indústria 4.0 precisam promover a criatividade, aprendizado e interação, visão compartilhada e sistêmica, capacidade de trabalho em equipe, inovação e orientação para o mercado.

De forma similar, OBerer e Erkollar (2018) propuseram uma matriz de Liderança 4.0 que tem como eixos norteadores a preocupação com a tecnologia (eixo X) e a preocupação com

as pessoas (eixo Y). Como resultado dessa matriz, os autores afirmam que a jornada rumo à Indústria 4.0 é um processo evolutivo e que não há um melhor estilo de liderança aplicável a todas as situações. No entanto, a preocupação da liderança deve estar centrada em promover respostas rápidas, orientadas para equipes e cooperativas e com forte foco em inovação.

Os estudos de Uys e Webber-Youngman (2019), Kasapoglu (2018) e Oberer e Erkollar (2018) contribuem de forma ímpar para este artigo uma vez que apresentam habilidades, atributos e comportamentos que tangenciam as competências discutidas neste trabalho.

#### 2.4.4.6 Tomada de decisão

Medic *et al.* (2019) realizaram um estudo quantitativo com o objetivo de avaliar o uso de tecnologias avançadas no contexto da Indústria 4.0. Os autores analisaram a competência de tomada de decisão a partir da implementação de tecnologias e os benefícios decorrentes. Os resultados apontaram que planejamento e programação da produção, a troca de dados com fornecedores e clientes e o sistema de controle de produção desempenham papel vital para a organização no contexto da Indústria 4.0.

O estudo realizado por Simon *et al.* (2018) teve uma abordagem da competência de tomada de decisão ligada ao gerenciamento da linha de produção de uma indústria alimentícia. O estudo abordou a customização em massa e apresentou como contribuição o fato de que a customização é uma forma de retenção de clientes e possibilita o aumento da vantagem competitiva no mercado.

Slon, Pandey e Kassoumeh (2019) também apresentam a discussão da tomada de decisão atrelada ao “chão de fábrica” de uma indústria automobilística. Os autores conduziram um estudo quantitativo e apresentaram as vantagens da automação viabilizada pelos processos característicos da Indústria 4.0, como a possibilidade de tomada de decisão rápida e automatizada.

Cabe dizer que os estudos realizados por Medic *et al.* (2019), Simon, Trojanova, Zbihlej e Sarosi (2018) e Slon, Pandey e Kassoumeh (2019) apresentam perspectivas mais específicas da Indústria 4.0 e, por consequência, da competência de tomada de decisão. No entanto, apresentam de forma muito positiva e realista os *trade-offs* existentes na tomada de decisão em organizações que têm a intenção de aderir ou já aderiram à características da Indústria 4.0.

#### 2.4.4.7 Flexibilidade/Adaptabilidade

A competência de flexibilidade/adaptabilidade é discutida no estudo quantitativo de Long, Zeiler e Bertsche (2018) que afirmam que a Indústria 4.0 possibilita a realização de uma

produção cada vez mais flexível e eficiente a partir da modelagem dos sistemas de produção e que eventuais problemas podem ser tratados em tempo hábil. Os autores afirmam que a flexibilidade/ adaptabilidade têm impacto relevante na produção, no entanto, ainda são desafiadores. A discussão proposta pelos autores é relacionada à flexibilidade em sistemas de produção, que segundo eles, é crucial para sobrevivência no cenário de competição global.

#### 2.4.4.8 Iniciativa/Disposição

Acerca das competências de Iniciativa/Disposição, Luthra e Mangla (2018), a partir de uma *survey*, identificaram os 18 desafios de uma indústria de manufatura da Índia na implantação da Indústria 4.0. A partir da pesquisa conduzida por Luthra e Mangla (2018), foram identificados os seguintes desafios: 1. Pouco entendimento sobre as implicações da Indústria 4.0; 2. Poucos estudos e desenvolvimento sobre a Indústria 4.0; 3. Questões legais; 4. Falta de visão estratégica das operações da empresa; 5. Pouco suporte da gestão; 6. Complexidade dos desafios; 7. Falta da “cultura digital”; 8. Comportamento complacente diante da Indústria 4.0; 9. Benefícios econômicos pouco claros; 10. Falta de padrões e protocolos; 11. Falta de infraestrutura digital; 12. Falta de competências aplicada aos novos modelos de negócios; 13. Falta de dados de qualidade; 14. Falta de integração das tecnologias; 15. Problemas de coordenação e colaboração; 16. Problemas de segurança; 17. Falta de suporte do governo e políticas públicas; 18. Restrições financeiras.

Os desafios apontados por Luthra e Mangla (2018) contribuem com o meio acadêmico e viabilizam às empresas a erradicação de eventuais desafios que possam surgir em organizações que estão em fase de planejamento, introdução ou até mesmo maturação de incorporação de características da Indústria 4.0. Ademais, o estudo de Luthra e Mangla (2018) está totalmente alinhado ao presente artigo, dentre outros fatores, em razão do desafio da “falta de competências aplicada aos novos modelos de negócios” – que é objeto de estudo deste estudo.

Já o estudo de Maasz e Darwish (2018) debruça sobre a fase de maturidade da Indústria 4.0 em uma empresa do setor metalúrgico da África do Sul. O estudo é conduzido a partir de uma análise SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) e tem como resultados a necessidade das organizações observarem seis dimensões na fase de maturidade da Indústria 4.0: estratégia e organização, fábricas inteligentes, operações inteligentes, produtos inteligentes, serviços de dados e competências de funcionários. A relação que pode ser estabelecida entre o estudo de Maasz e Darwish (2018) e o presente artigo é o fato da



necessidade constante das organizações preocuparem-se com o desenvolvimento de competências junto aos funcionários.

#### 2.4.4.9 Pensamento Sistêmico

O estudo de Muhuri, Shukla e Abraham (2019) trata da competência de Pensamento Sistêmico a partir de uma análise bibliométrica e apresenta como resultados as palavras-chave mais utilizadas no que tange Indústria 4.0: automação, Internet das coisas (IoT), fábricas inteligentes, sistemas *cyber*-físicos, manufatura inteligente, *big data*, *network*, computação nas nuvens, simulação. Além de enfatizar que a Indústria 4.0 é categorizada em várias áreas de aplicação, fato que demanda ainda mais a competência do Pensamento Sistêmico.

O objeto de estudo de Nicolae, Korodi e Silea (2019) é a Internet das coisas (IoT), que consiste em conectar os objetos físicos através da Internet de modo que o resultado desse processo seja o alto nível de conectividade entre diferentes áreas da empresa. Nicolae, Korodi e Silea (2019) afirmam que esse processo apresenta melhorias significativas quanto à eficiência, flexibilidade, comunicação, adaptabilidade, personalização e modularidade para a indústria.

A relação que se traça entre estudos de Muhuri, Shukla e Abraham (2019), Nicolae, Korodi e Silea (2019) e o presente artigo é o fato de que a competência do Pensamento Sistêmico só é viabilizada a partir do momento em que se conhece as partes para inferir sobre o todo, tal como deve-se conhecer o todo para inferir sobre as partes (MORIN, 2008).

#### 2.4.4.10 Resiliência

Martinetti e Dongen (2018) afirmam que a resiliência no contexto empresarial consiste na capacidade de construir sistemas capazes de enfrentar eventos inesperados, capazes não apenas capaz de resistir, mas também de aprender com falhas. A partir de uma revisão bibliográfica, os autores relacionam a competência de resiliência com a temática de Segurança no Trabalho e apresentam um breve contexto histórico desde a Primeira Revolução Industrial até a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) relatando o aumento da constante da complexidade do sistema organizacional.

#### 2.4.4.11 Resolução de Problemas

No que se refere à competência de saber resolver problemas, Villalba-Diez *et al.* (2019) destacam que a resolução de problemas é parte incontestável de qualquer ambiente corporativo e que, geralmente, demandam uma capacidade de tomada de decisão em cenários sob pressão visando a excelência operacional. A partir de um estudo quantitativo, os autores fizeram uma análise do processo de resolução de problemas na Indústria 4.0 a partir do mapeamento

utilizando sensores de EEG (eletroencefalograma), que analisa a atividade cerebral a partir de eletrodos colocados na cabeça do participante.

Villalba-Diez *et al.* (2019) buscaram compreender a dinâmica do cérebro associada a certos padrões comportamentais de solução de problemas geralmente encontrados em ambientes corporativos. Como sugestão para estudos futuros, os autores propuseram que a pesquisa pode ser replicada em operadores do “chão de fábrica” a fim entender a interação entre homem e máquina no cenário da resolução de problemas.

A partir do Quadro 12 é possível analisar de forma sintética de que forma as competências operacionais têm sido discutidas em cada um dos trabalhos discutidos nesta seção, uma vez que o quadro apresenta de forma sistematizada a integração entre as competências operacionais e Indústria 4.0.

Quadro 12 - Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0

<b>COMPETÊNCIAS OPERACIONAIS</b>	<b>AUTORES</b>	<b>INTEGRAÇÃO ENTRE COMPETÊNCIAS OPERACIONAIS E INDÚSTRIA 4.0</b>	<b>ÁREA DE PESQUISA</b>
<b>Flexibilidade/ Adaptabilidade</b>	Long, Zeiler e Bertsche (2018)	Sistemas de produção flexíveis	Engineering; Operations Research & Management Science
<b>Aprendizagem contínua</b>	Lenart-Gansiniec (2019)	Aborda aspectos como: trabalho em equipe, flexibilidade, comunicação, criatividade, competências inovadoras e habilidade para resolução de problemas na Indústria 4.0.	Business & Economics
	Villalba-Diez et al. (2019)	Padrões comportamentais e seus impactos na resolução de problemas.	Chemistry; Engineering; Instruments & Instrumentation
	Soto et al. (2019)	Deteção de falhas em produtos na Indústria 4.0	Computer Science; Engineering; Operations Research & Management Science
	Mogos et al. (2018)	Aprendizagem contínua a partir da Educação 4.0	Technology enhanced learning; Industry 4.0; Education 4.0; Engineering education
	Syam e Sharma (2018)	Aprendizagem contínua e impactos sobre a gestão de vendas	Business & Economics
<b>Iniciativa/Disposição</b>	Luthra e Mangla (2018)	Desafios da implantação da Indústria 4.0	Engineering
	Maasz e Darwish (2018)	Soluções de desafios para fase de planejamento, introdução ou até mesmo maturação de incorporação de características da Indústria 4.0.	Engineering
<b>Resiliência</b>	Martinetti e Van Dongen (2018)	Capacidade de construir sistemas capazes de enfrentar eventos inesperados e aprender com falhas.	Engineering
<b>Liderança</b>	Uys e Webber-Youngman (2019)	Habilidades de um líder na Indústria 4.0: resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade, gestão de pessoas, trabalho em equipe, inteligência emocional, tomada de decisão, orientação para o negócio, negociação, inteligência emocional, criatividade e inovação, liderança, adaptabilidade e resolução de problemas.	Metallurgy & Metallurgical Engineering; Mining & Mineral Processing
	Kasapoglu (2018)	Competências essenciais na implantação da Indústria 4.0: criatividade, aprendizado e interação, visão compartilhada e sistêmica, capacidade de trabalho em equipe, inovação e orientação para o mercado.	Business & Economics
	Oberer e Erkollar (2018)	Matriz de liderança 4.0: orientação para pessoas e tecnologia	Business & Economics
<b>Comunicação</b>	Aceto, Persico e Pescape (2019)	Tecnologias de Informação e Comunicação para a Indústria 4.0	Computer Science; Telecommunications

	Jaenicke (2019)	Confidencialidade de dados, monitoramento, protocolos e políticas de segurança entre os pares da empresa.	Automation & Control Systems
	Kunst et al. (2019)	Possíveis melhorias na comunicação de dispositivos nas redes sem fio da Indústria 4.0	Automation & Control Systems; Computer Science; Engineering
	Lucas-Estan et al. (2018)	Comunicação sem fio e gerenciamento de dados	Engineering
	Heynicke et al. (2018)	Comunicação para viabilizar a integração de sistemas na Indústria 4.0	Instruments & Instrumentation
	Lenarcic (2019)	Competências híbridas: combinação entre competências técnicas e comportamentais	Sociology
<b>Pensamento sistêmico</b>	Muhuri, Shukla e Abraham (2019)	Análise bibliométrica da Indústria 4.0	Automation & Control Systems; Computer Science; Engineering
	Nicolae, Korodi e Silea (2019)	Integração de diferentes áreas da empresa	Computer Science; Instruments & Instrumentation; Physics
<b>Planejamento</b>	Tsai, Chu e Lee (2019)	Planejamento e métodos de custeio de produção	Science & Technology - Other Topics; Environmental Sciences & Ecology
	Tsai (2018)	Planejamento e métodos de custeio de produção	Energy & Fuels
	Tsai e Lai (2018)	Planejamento e métodos de custeio de produção	Science & Technology - Other Topics; Environmental Sciences & Ecology
	Legat e Vogel-Heuser (2017)	Planejamento de técnicas para automação	Automation & Control Systems; Computer Science; Engineering
	Leite et al. (2019)	Solução de problemas na cadeia de abastecimento e integração de máquinas	Engineering
	Bendul e Blunck (2019)	Planejamento e controle da produção	Computer Science
<b>Resolução de problemas</b>	Villalba-Diez et al. (2019)	Análise do processo de resolução de problemas na Indústria 4.0 a partir do mapeamento de padrões comportamentais.	Chemistry; Engineering; Instruments & Instrumentation
<b>Tomada de decisão</b>	Medic et al. (2019)	Uso de tecnologias avançadas no contexto da Indústria 4.0.	Engineering; Materials Science
	Simon, Trojanova, Zbihlej e Sarosi (2018)	Gerenciamento da linha de produção	Engineering
	Slon, Pandey e Kassoumeh (2019)	Vantagens da automação viabilizada pelos processos característicos da Indústria 4.0	Transportation
<b>Inovação/Criatividade de</b>	Adamik (2019)	Vantagem competitiva a partir da Indústria 4.0, ênfase em conhecimento, desenvolvimento e aprimoramento de competências, investimento em tecnologia e redes de cooperação.	Business & Economics

Arbix et al. (2018)	Competitividade e produtividade, inovação, tecnologia, investimento em projetos de impacto social, econômico e tecnológico.	Sociology
Botha (2019)	Consumidores como fonte e suporte ao processo de inovação de produtos.	Engineering
Caruso (2018)	Consequências de mudanças sociais a partir da Indústria 4.0: 1. Socialização do processo produtivo; 2. Cooperação entre pares; 3. Participação dos funcionários na tomada de decisão; 4. Autonomia no trabalho.	Computer Science
Batz et al. (2018)	Formas de viabilização de cultura de inovação em empresas de pequeno e médio portes.	Business & Economics
Bordeleau et al. (2020)	Inteligência de negócios em médias empresas.	Engineering; Operations Research & Management Science
Chen (2019)	Criação de valor em pequenas e médias empresas.	Information Science & Library Science
Lalic et al. (2019)	Utilização de conceitos de inovação na indústria.	Materials Science
Gerlitz (2016)	Inovação em pequenas e médias empresas.	Business & Economics
Müller et al. (2018)	Impacto da Indústria 4.0 no modelo de negócios de pequenas e médias empresas.	Business & Economics; Public Administration
Müller e Däschle (2018)	Solução de inovações de modelos de negócios em pequenas e médias empresas.	Engineering
Müller (2019)	Inovação em pequenas e médias empresas.	Engineering; Business & Economics
Pisar & Bilkova (2019)	Competitividade em pequenas e médias empresas.	Business & Economics
Daemmrich (2017)	Necessidade de apoio e investimento para viabilizar novas estruturas organizacionais.	Science & Technology - Other Topics
Maier et al. (2015)	Indústria 4.0 e cadeias e suprimentos	Computer Science
Hahn (2020)	Indústria 4.0 e cadeias e suprimentos	Engineering; Operations Research & Management Science
Laudante (2017)	Ergonomia e Indústria 4.0	Art
Kiel et al. (2017)	Internet das Coisas (IoT) e Tripé da Sustentabilidade	Business & Economics
Matthyssens (2019)	Iniciativas para geração de valor	Business & Economics
Lele e Goswami (2017)	Políticas públicas e Indústria 4.0	Agriculture; Business & Economics
Morrar et al. (2017)	Aspectos sociais e benefícios econômicos da Indústria 4.0	Business & Economics

	Palazzeschi et al. (2018)	Inovação no comportamento de trabalho	Psychology
	Park (2018)	Impacto da Indústria 4.0 cadeia de produção global e o funcionamento das tecnologias	Computer Science
	Reischauer (2018)	Relação entre Universidades, Empresas e Governos na promoção da Indústria 4.0	Business & Economics; Public Administration
	Rocha et al. (2019)	Indústria 4.0 em <i>startups</i> brasileiras	Business & Economics; Science & Technology - Other Topics
	Ungerma e Dedková (2019)	Indústria 4.0 e Marketing	Chemistry; Engineering; Materials Science; Physics
	Ungerma et al. (2018)	Indústria 4.0 e Marketing	Business & Economics

Fonte: elaborado pelos autores.

#### 2.4.5. Considerações Finais

Considera-se que o objetivo do estudo foi alcançado – analisar a integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0 a partir de uma revisão sistemática da literatura. Os resultados obtidos apontaram que os estudos têm abordado aspectos intimamente relacionados às competências operacionais consideradas por este estudo: Flexibilidade/Adaptabilidade; Aprendizagem contínua; Iniciativa/Disposição; Resiliência; Liderança; Comunicação; Pensamento sistêmico; Planejamento; Resolução de problemas; Tomada de decisão; Inovação/Criatividade.

A competência mais prolífica foi de Inovação/Criatividade com estudos relacionados aos benefícios, impactos e políticas públicas para implantação da Indústria 4.0, bem como vantagem competitiva, inteligência de negócio e criação de valor para as empresas. No que se refere à Liderança, os estudos estão voltados ao entendimento de uma liderança efetiva no cenário 4.0. Já os estudos das competências de Planejamento Tomada de decisão, nota-se que a maioria dos estudos estão associados aos métodos de custeio de produção e planejamento, controle e gerenciamento da linha de produção.

As competências de Aprendizagem Contínua e Comunicação estão interligadas pela temática dos trabalhos, cuja abordagem é a melhoria contínua de processos relacionados à Indústria 4.0. Adicionalmente, as competências Flexibilidade/Adaptabilidade, Iniciativa/Disposição, Resiliência, Pensamento sistêmico, Resolução de problemas e tratam de elementos comuns ao ambiente organizacional 4.0.

Portanto, diante do evidente e exponencial interesse acerca da Indústria 4.0, considera-se que este estudo tenha contribuído para os meios acadêmico e gerencial, uma vez que novos estudos podem ser realizados, assim como novas perspectivas, aplicações e aprofundamentos na temática podem ser exploradas. Sendo assim, para estudos futuros, sugere-se estudos qualitativos e/ou quantitativos visando proporcionar o entendimento da aplicação das Competências Operacionais em organizações que estão em fase de planejamento, implementação ou maturação da Indústria 4.0.

### 3. METODOLOGIA

Diante do panorama teórico apresentado, esta seção dedica-se a apresentar aspectos metodológicos que nortearam este estudo na consecução da pesquisa aplicada.

#### 3.1 Tipo de Pesquisa

O presente estudo é classificado como uma pesquisa aplicada, uma vez que visa “gerar conhecimentos para aplicação prática” (PRUDANOV; FREITAS, 2013, p. 51), é também classificada como uma pesquisa qualitativa, cujo objetivo é interpretar fenômenos e atribuir significados a partir do ambiente natural, que é a fonte direta para coleta de dados (PRUDANOV; FREITAS, 2013).

Além disso, trata-se de uma pesquisa exploratória que, segundo Gil (2022, p. 41), “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito”. Acrescenta-se que as pesquisas exploratórias geralmente envolvem “1) levantamento bibliográfico; 2) entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto; e 3) análise de exemplos que estimulem a compreensão” (GIL, 2022, p. 41), como foi feito neste Tese.

Quanto aos meios/procedimentos, trata-se de um estudo de caso, que possibilitou analisar em profundidade processos e relações entre eles visando responder às questões precedidas de “como” e “por que”. De acordo com Yin (2010), a condução da pesquisa estudo de caso é tarefa desafiadora, no entanto, resulta no entendimento de fenômenos individuais, grupais e organizacionais. As aplicações do estudo de caso são: explicar ligações causais, descrever o contexto, fazer uma avaliação descritiva e explorar situações.

Yin (2010) apresenta as condições para se definir o método de pesquisa, o autor considera que é necessário refletir sobre três condições: a) forma de questão de pesquisa (como, por que, quando, onde, quando, quem, quanto); b) controle que o pesquisador tem sobre os eventos comportamentais existentes; c) enfoque sobre eventos contemporâneos. A partir destas condições, entende-se que este estudo está alinhado ao método de estudo de caso uma vez que pretendeu-se discutir a relação entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais – no sentido de como e por que essa relação acontece.

Adicionalmente, o estudo de caso tem servido pesquisas com diferentes propósitos, como: a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; b) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada



investigação; c) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2008, p. 58). O Quadro 13 sumariza a classificação da pesquisa.

Quadro 13 - Classificação da Pesquisa

<b>CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA</b>	
<b>Quanto à natureza</b>	Aplicada
<b>Quanto à abordagem do problema</b>	Pesquisa qualitativa
<b>Quanto aos objetivos</b>	Exploratória
<b>Quanto aos meios/procedimentos</b>	Estudo de Caso

Fonte: Classificação realizada pela autora com base em Prudanov e Freitas (2013).

### 3.2 Coleta de dados

Neste tópico são descritas as etapas de pesquisa que foram realizadas com o objetivo de colocar em prática a metodologia escolhida. O Quadro 14 elenca os procedimentos utilizados para realização do estudo de caso com base em Yin (2010).

Quadro 14 – Etapas do Estudo de Caso

<b>ETAPAS</b>	<b>FASES DO ESTUDO DE CASO</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<b>Planejamento</b>	Plano	Identificar uma lacuna no referencial teórico e estabelecer um plano que contemple a lacuna identificada e justificativa de pesquisa.
	Projeto	Organizar o método e protocolos de pesquisa para realização do estudo.
	Preparação	Selecionar caso(s) e estabelecer vínculo entre pesquisador e unidade(s) de análise(s).
<b>Execução</b>	Coleta	Realizar a coleta de dados seguindo os protocolos de pesquisa previamente estabelecidos.
<b>Análise</b>	Análise	Traduzir dados coletados em informações necessárias para o cumprimento do(s) objetivo(s) de pesquisa previamente definidos.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Yin (2010).

Nos próximos itens são detalhadas as fases do estudo de caso em conformidade com Yin (2010) e o Quadro 14.

### 3.2.1 Plano

De acordo com Yin (2010), consiste em identificar uma lacuna no referencial teórico e estabelecer de um plano que contemple a lacuna identificada e justificativa de pesquisa. Sendo assim, esta fase foi contemplada nas seções de Introdução e Referencial Teórico desta Tese, em que são apresentados quatro estudos:

- Artigo 1: Análise da Produção Mundial na temática de Indústria 4.0 de 1990 até 2020.
- Artigo 2: Análise da Produção Mundial na temática de Competências de 2017 até 2021.
- Artigo 3: Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura.
- Artigo 4: Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura no período de 2011 até 2020.

### 3.2.2 Projeto – Protocolo de Pesquisa

Segundo Yin (2010), o Protocolo de Pesquisa tem como objetivo assegurar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso e a validade dos dados. Além disso, contém o instrumento, procedimentos e regras gerais a serem seguidas e é importante em todas as circunstâncias.

Martins (2008) acrescenta que o protocolo é um instrumento orientador e regulador, além de viabilizar a replicação de outros estudos de caso em qualquer tempo e em condições equivalentes, orientados pelo mesmo protocolo. Em outras palavras, consiste em um *check-list* para o levantamento dos dados a serem coletados.

Neste estudo, o Protocolo de Pesquisa consta no [Apêndice A](#) e foi organizado da seguinte forma: a) Objetivos da Pesquisa; b) Critérios de seleção da(s) empresa(s); c) Referencial Teórico; d) Procedimentos para a coleta de dados; e) Procedimentos para a análise de dados; f) Relatório de estudo de caso.

### 3.2.3 Preparação – Seleção de casos e unidade de análise

No que se refere à seleção de casos, é relevante destacar o número de empresas e/ou casos a serem envolvidos na pesquisa. Ao contrário dos estudos quantitativos, em que uma amostra é representativa quando há grandes quantidades é uma premissa importante, na pesquisa estudo de caso “não é o número de dados investigados que garante a geração de teoria substantiva, mas o entendimento e a compreensão da variabilidade revelada pelos dados” (MARTINS, 2008, p. 84).

A unidade de análise corresponde ao “caso” a ser analisado e pode ser: um indivíduo, evento ou entidade. De acordo com Yin (2010) os estudos de caso podem ser realizados sobre decisões, programas, processo de implementação e mudança organizacional. Além disso, o estudo de caso tem sido utilizado em várias áreas de ciência e tem como ideia proporcionar reflexão detalhada e com profundidade sobre uma ou mais situações (MASCARENHAS, 2018).

Sendo assim, a seleção de casos e unidades de análises estão inclinadas à viabilidade de análises qualitativas futuras que podem ser realizadas, não restringindo-se a um quantitativo a ser atingido (YIN, 2010; MARTINS, 2008; MASCARENHAS, 2018).

Outro fato que deve ser observado na realização do estudo de caso é o tipo de investigação a ser realizada: longitudinal ou transversal; o primeiro destina-se a estudar um fato ao longo do tempo a fim de investigar mudanças e o segundo “são estudos em que a exposição ao fator ou causa está presente ao efeito no mesmo momento ou intervalo de tempo analisado” (HOCHMAN *et al.*, 2005, p. 3). Assim, este estudo de caso é caracterizado como transversal.

Diante do exposto, os critérios utilizados para selecionar a(s) empresa(s) envolvida(s) nesta pesquisa foram: a) Empresas de médio e grande portes porque são mais propensas a utilizarem tecnologias 4.0; b) Utilização de tecnologias da Indústria 4.0, seguindo o objetivo deste estudo; c) Processo de manufatura em conformidade com a sugestão da banca de exame de qualificação desta tese; d) Localização em um raio de 500km da pesquisadora, em virtude da limitação de recursos (orçamento e tempo) disponíveis.

A partir dos critérios acima elencados, foram contatadas 15 empresas, das quais apenas 5 retornaram o contato. Das cinco empresas que retornaram o contato desejando mais detalhes para analisarem a viabilidade de participação na pesquisa, apenas 3 empresas se disponibilizaram participar. Porém, dessas 3 empresas, 2 disseram que não permitiriam visitas às instalações por conta das normas internas de sigilo das operações e somente participariam da análise de competências. Sendo assim, para assegurar a qualidade do estudo e o cumprimento do protocolo de pesquisa, decidiu-se por não seguir com essas duas empresas. Dessa forma, apenas uma empresa se dispôs a participar integralmente da pesquisa – permitindo visita técnica e entrevista com os funcionários.

Importante ressaltar que a empresa que aceitou participar integralmente da pesquisa é utilizada como *benchmarking*<sup>9</sup> no setor em que atua – detalhado na seção de Resultados e Discussões – pelas práticas e ferramentas que utiliza e por estar em busca de incorporar suas operações totalmente em parâmetros da Indústria 4.0.

### 3.2.4 Coleta

A partir da coleta de dados, os pesquisadores descrevem fenômenos existentes nas organizações (HAIR JR. *et al.*, 2005), assim, “dados servem como base para um estudo de pesquisa” (YIN, 2016, p. 150). Para este estudo de caso, foram utilizados os seguintes meios de coleta de dados: levantamento de dados primários – questionário, entrevista, observação não participante e diário de campo. A seguir, detalha-se os levantamentos realizados.

a) Questionário: instrumento que elenca perguntas organizadas e com o objetivo de adquirir informações sobre o objeto de estudo (MATIAS-PEREIRA, 2016). A caracterização do perfil do entrevistado (gênero, idade, escolaridade, atividade profissional, tempo no cargo e na empresa, entre outros), clareza e organização do conteúdo, linguagem acessível ou usual do participante são aspectos que facilitam a computação dos dados e estimulam o participante a responder às perguntas (MATIAS-PEREIRA, 2016).

O questionário foi organizado com perguntas fechadas e, inicialmente, foram dadas instruções sobre a pesquisa ([Apêndice D](#)). As perguntas objetivaram avaliar o grau de importância e o grau de domínio de cada competência individual: Flexibilidade/Adaptabilidade; Aprendizagem contínua; Iniciativa/Disposição; Resiliência; Liderança; Comunicação; Pensamento sistêmico; Planejamento; Resolução de problemas; Tomada de decisão; Inovação/Criatividade (SOUZA; SANTOS, 2020).

O grau de importância e o grau de domínio das competências foram baseados nas escalas propostas por Brandão (2020), que se assemelham a escala *Likert*, em que para o grau de importância de cada competência foi disposto da seguinte forma: 1) Nada importante; 2) Pouco Importante; 3) Medianamente importante; 4) Muito importante; 5) Extremamente importante. Já para o grau de domínio de cada competência, a escala é definida: 1) Não expressa a competência no trabalho; 2) Expressa pouco a competência

---

<sup>9</sup> *Benchmarking*: “é a atividade de comparar resultados de uma empresa com aqueles alcançados por outras organizações; é possível comparar processos e práticas entre empresas para identificar “o melhor do melhor” e alcançar um nível de superioridade ou vantagem competitiva” (FERREIRA, 2013, p. 154).

no trabalho; 3) Expressa medianamente a competência no trabalho; 4) Expressa muito a competência no trabalho; 5) Expressa plenamente a competência no trabalho.

Os questionários foram aplicados *in loco* assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) ([Apêndice C](#)). O questionário foi disposto na ferramenta gratuita *Google* Formulário a fim de facilitar a organização dos dados coletados.

b) Entrevista: de acordo com Gil (2021) trata-se de uma das técnicas mais importantes para coleta de dados em pesquisas qualitativas e “o fato de o pesquisador estar fora da vida social do pesquisado é que o torna uma pessoa preparada para ouvir o que ele tem a dizer, até mesmo algumas de suas confidências” (GIL, 2021, p. 95). São aspectos necessários à condução da entrevista: fácil relacionamento no trato com as pessoas; atenção; profissionalismo; organização; objetividade; capacidade de ouvir (HAIR JR. *et al.*, 2005).

Para realização desta etapa da pesquisa foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturado ([Apêndice E](#)) com o objetivo de nortear a entrevista. A organização do roteiro de entrevista teve como base as revisões sistemáticas da literatura realizadas nesta Tese, além do parecer do orientador e validação do Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Importante dizer que os áudios das entrevistas foram gravados em arquivo *.mp3* com consentimento dos entrevistados a fim de oportunizar melhor riqueza de detalhes na etapa de análise de dados.

O roteiro de entrevista foi elaborado com dez perguntas abertas sobre Indústria 4.0 e Competências Individuais. Além disso, a entrevista tem característica subjetiva, uma vez que “segue um modo conversacional e a entrevista em si levará a uma espécie de relacionamento social, com a qualidade da relação individualizada para todo participante” (YIN, 2016, p. 156), adicionalmente, abre oportunidade para interações e interpretações por parte dos participantes e pesquisadora.

c) Observação não participante: “É uma modalidade de observação que se mostra valiosa porque possibilita estudar o comportamento das pessoas sem interferir no seu comportamento. Há comportamentos que precisam ser observados no momento em que naturalmente ocorrem” (GIL, 2021, p. 87). Trata-se de uma técnica não-invasiva, evita a tendenciosidade da pesquisa e é uma fonte importante de dados qualitativos para avaliar procedimentos da empresa e ações dos funcionários (HAIR JR. *et al.*, 2005).

No que tange aspectos éticos para a etapa de observação – bem como as demais –, foram seguidas as devidas prudências, tais como o Termo de Consentimento Livre

Esclarecido (TCLE) acerca do que foi coletado e registrado. Nesta tese, a observação foi realizada na empresa participante da pesquisa durante os dois turnos de trabalho, fato que viabilizou o conhecimento das práticas utilizadas na empresa pesquisada e somou-se às demais fontes de coletas de dados utilizadas. A observação não participante foi fundamental para compreender aspectos que eventualmente poderiam não ser tão nítidos somente com a aplicação do questionário.

d) Diário de campo: complementando as demais técnicas de coleta de dados utilizadas, o diário de campo foi essencial para realização de notas que, de forma posterior, foram utilizadas na análise e interpretação dos dados coletados. Esta técnica é recomendada a fim de gerar registros durante o estudo da pesquisa (CRESWELL; CRESWELL, 2021). Assim como nas outras etapas da pesquisa, os participantes foram informados acerca da tomada de notas e gravação das entrevistas para melhor análise dos dados obtidos (Apêndice C).

A etapa de coleta de dados ocorreu em setembro de 2022. Inicialmente foi feito contato inicial com a empresa que se dispôs a participar integralmente da pesquisa e agendamento das visitas às instalações bem como aplicação do questionário e entrevistas. Foram feitas seis visitas à empresa para realização da coleta de dados. A empresa disponibilizou seis funcionários ligados ao setor da Produção para esta pesquisa. Neste caso, não houve possibilidade de escolher outros participantes de outros setores. O Quadro 15 apresenta as respectivas atividades realizadas em cada semana da coleta de dados – as visitas à empresa ocorreram no período da semana 2 a semana 4.

Quadro 15 - Etapas da Coleta de Dados

PERÍODO	ATIVIDADE REALIZADA
Semana 1	Contato inicial com a empresa, firmamento do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e agendamento das visitas para coleta de dados do estudo de caso.
Semana 2	Visita às instalações da empresa e primeiras impressões para diário de campo e observação não participante.
Semana 3	Coleta de dados: entrevistas e aplicação do questionário. Anotações diário de campo e observação não participante.
Semana 4	

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.3 Análise de dados

Gil (2021) afirma que o estudo de caso é a modalidade mais adotada de pesquisa qualitativa e apresenta três estratégias de análise de dados para este meio de pesquisa: a) descritiva; b) categórico-analítica; c) indutivo-analítica. As três estratégias são caracterizadas da seguinte forma:

- a) Descritiva: utilizada para estudos de caso único e recomendada para estudos que possuem como propósito a descrição de um determinado caso – indivíduo, grupo, organização.
- b) Categórico-analítica: utilizada para estudos de casos múltiplos, uma vez que ultrapassam a descrição dos casos e objetivam também a explicação e/ou estabelecimento de relação entre variáveis envolvidas no estudo.
- c) Indutivo-analítica: utilizada para casos em que o pesquisador não possui um arcabouço teórico para fundamentar a análise dos dados. Inicia-se com um fenômeno a ser explicado e hipóteses são formuladas e novos casos são examinados.

Diante das estratégias de análise de dados apresentadas por Gil (2021), é possível classificar esta pesquisa na estratégia de análise de dados descritiva, considerando que se trata de uma pesquisa de caso único de uma organização. Sendo assim, a sequência de etapas seguida para análise de dados deste estudo de caso segue o que foi proposto por Gil (2021, p.147).

Quadro 16 - Descrição da análise de dados do estudo de caso

ETAPAS	ATIVIDADE
1. Criação e organização dos arquivos de dados	Consiste na obtenção dos dados para realização do estudo.
2. Definição de uma estrutura básica de análise	Consiste na descrição do que foi analisado: aspectos já conceituados nesta seção sobre Indústria 4.0 e Competências Individuais.
3. Seleção dos dados significativos	Consiste na seleção dos elementos significativos ao estudo.
4. Organização do material	Consiste na organização dos dados coletados seguindo aspectos éticos apresentados no Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e em conformidade com a Carta Circular nº 1/2021-CONEP sobre a LGPD <sup>10</sup> .
5. Triangulação dos dados	Consiste no cotejo dos dados obtidos nas diferentes fontes de coleta de dados utilizadas.
6. Exibição dos dados	Consiste na apresentação dos resultados.
7. Atribuição de significados	Consiste na análise e interpretação dos achados do estudo de caso.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Gil (2021, p. 147).

No que se refere às técnicas de análise de dados utilizadas foram utilizadas a análise descritiva e a análise de conteúdo. De acordo com Yin (2010) a utilização de dados quantitativos e qualitativos no estudo de caso possibilita ao pesquisador(a) uma análise mais ampla, integrada e refinada.

<sup>10</sup> Carta Circular nº 1/2021-CONEP sobre a LGPD: dispõe sobre orientações para procedimentos em pesquisas. Disponível em: <[http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/CARTAS/Conta\\_Circular\\_01.2021.pdf](http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/CARTAS/Conta_Circular_01.2021.pdf)>. Acesso em 9 jun. 2022.

Sendo assim, para análise dos dados coletados na entrevista, observação não participante e diário de campo foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, que consiste em examinar “a frequência com que palavras e temas principais ocorrem e identificar o conteúdo e as características de informações presentes no texto” (HAIR JR. *et al.*, 2005, p. 154). Como resultado, obtém a quantificação dos dados qualitativos.

Para a análise dos dados coletados no questionário foi utilizada a técnica de análise descritiva (CRESWELL; CRESWELL, 2021; GIL, 2021), que viabilizou a descrição e caracterização da amostra, bem como a interpretação dos resultados obtidos com a aplicação do questionário de competências individuais já mencionado nesta seção.

Quadro 17 - Técnicas de coleta e análise de dados

<b>Meios utilizados para coleta de dados</b>	<b>Técnicas de análise de dados utilizadas</b>
Questionário	Análise descritiva
Entrevista	Análise de conteúdo
Observação não participante	
Diário de campo	

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.4 Aspectos éticos

“A Ética é uma característica inerente a toda ação humana e, por esta razão, é elemento vital na produção da realidade social” (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2019), além disso, “é definida como a aplicação de princípios morais e/ou padrões éticos a procedimentos humanos dentro de um processo” (HAIR JR. *et al.*, 2005, p. 145).

Ética na pesquisa indica que o estudo deve ser feito de forma sistemática, responsável e que produza resultados reprodutíveis (PRODANOV; FREITAS, 2013), adicionalmente, a pesquisa deve ser feita com cautela, precisão e primar a comunicação eficaz (HAIR JR. *et al.*, 2005, p. 145).

Neste estudo, os instrumentos de pesquisa foram enviados ao Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) a fim de avaliar e acompanhar os aspectos éticos da pesquisa. Acerca da confidencialidade dos dados coletados, foram firmados termos para assegurar o sigilo necessário, sem que nenhuma informação, menção e/ou denominação da empresa e pessoas aparecessem.

Os riscos da pesquisa foram inexistentes, uma vez que não há intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos. Além disso, não houve qualquer identificação nem invasão à intimidade do indivíduo. Salienta-se também que o participante não foi remunerado nem despendeu de



gastos para participar da pesquisa. Os benefícios podem ser resumidos em aspectos práticos (novas iniciativas) e teóricos (novo material de pesquisa) em aspectos micro e macro acerca das estratégias empresariais.

Os documentos foram emitidos em duas vias, sendo que uma delas ficou com os participantes e outra com a responsável pela pesquisa. Foi assumido o compromisso de enviar à empresa participante um relatório com os resultados obtidos na pesquisa. A aprovação do parecer do Comitê de Ética está disponível no [Apêndice F](#).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados do estudo de caso. A identificação da organização em que foi realizado o estudo foi omitida seguindo os aspectos éticos dispostos no Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) desta pesquisa, desse modo, foi utilizada a denominação genérica “Empresa A”. Inicialmente, apresenta-se aspectos gerais da Empresa A, na sequência, os resultados consolidados a partir do questionário aplicado com cada indivíduo e resultados provenientes das respectivas entrevistas realizadas, além da análise da observação não participante e diário de campo.

### 4.1 Contextualização da Empresa A

A Empresa A é fabricante de componentes estruturais para veículos leves e pesados e tem como *outputs* do processo produtivo: estruturas de chassi, trilhos laterais, travessas para carroceria, módulos de suspensão e tanques de combustível. A empresa tem sede no México, na cidade de Monterrey, e foi fundada em 1956. Possui operações em 16 países, conta com mais de 15 mil funcionários e o faturamento anual ultrapassa US\$3 bilhões. A capacidade de produção anual é de três milhões de chassis e um milhão de longarinas para caminhões que são exportados para diversos países da América, Europa e África. A Empresa A tem operações no Brasil em fábricas instaladas nos estados de São Paulo e Paraná e emprega mais de 300 pessoas no país.

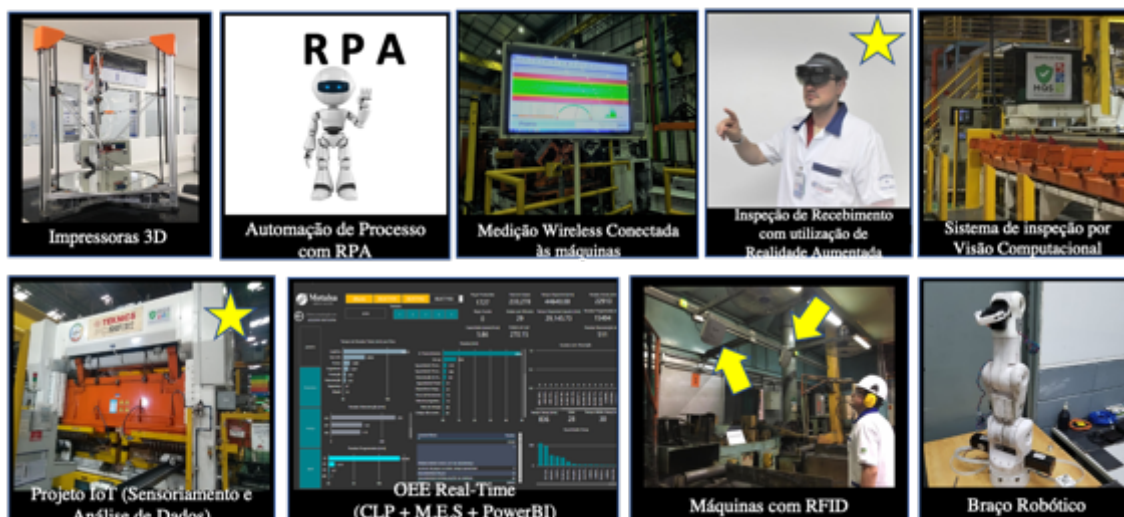
O estudo de caso foi realizado na fábrica localizada no estado de São Paulo, que concentra a produção de longarinas e quadros de chassi para veículos pesados (caminhões e ônibus) e tem a produtividade diária de 450 unidades por dia e eficiência de 91% (OEE<sup>11</sup>). De acordo com os documentos institucionais, a Empresa A tem investido no modelo da Indústria 4.0 e conta com uma equipe multifuncional própria para atuar como multiplicadores das tecnologias 4.0 aos demais funcionários. As tecnologias da Indústria 4.0 utilizadas pela Empresa A são: inspeção no processo de recebimento de materiais com realidade aumentada; integração vertical de sistemas – PLC, MES, ERP e PowerBI<sup>12</sup> – para otimizar sistema de medições da empresa; utilização de manufatura aditiva para produção de protótipos e dispositivos; automação de tarefas administrativas por meio de

---

<sup>11</sup> OEE: *Overall Equipment Effectiveness* ou Eficiência Global do Equipamento: compara a capacidade de produção com o que foi realmente produzido.

<sup>12</sup> PLC: *Programmable Logic Controller* computador robusto para automação industrial; MES: *Manufacturing Execution System* para organização, monitoramento e controle dos processos de chão de fábrica; ERP: *Enterprise Resource Planning* para gestão de recursos; PowerBI: para análise de dados.

RPA<sup>13</sup>; utilização de sistema de inspeção por visão computacional. A Figura 12 apresenta as tecnologias da Indústria 4.0 utilizadas pela Empresa A, a figura foi reproduzida a partir dos documentos institucionais fornecidos pela referida empresa e com autorização de reproduzir neste estudo.



**Figura 12 - Tecnologias da Indústria 4.0 utilizadas pela Empresa A**

Fonte: Documentos institucionais fornecidos pela Empresa A.

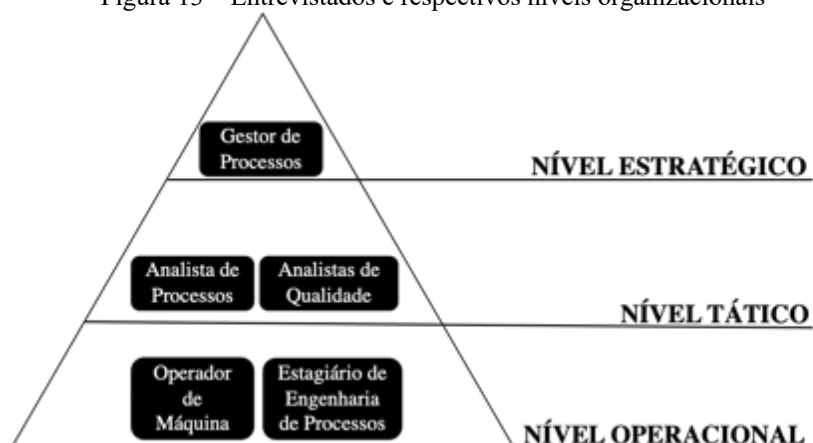
## 4.2 Análise de resultados da Empresa A

Conforme apresentado na seção de Metodologia desta tese, a pesquisa foi realizada a partir de entrevistas, aplicação de questionário, observação não participante e diário de campo. Foram realizadas seis entrevistas Empresa A, sendo entrevistados o Gestor de Processos, dois Analistas de Qualidade, um Analista de Processos, um Operador de Máquina e um estagiário de Engenharia de Processos, conforme mostra a

Figura 13. Sendo assim, as entrevistas contemplaram representantes todos os níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional. Cada entrevista durou, em média, 50 minutos, totalizando cerca de 300 minutos de gravações das entrevistas.

<sup>13</sup> RPA: *Robotic Process Automation* para automação de processos.

Figura 13 – Entrevistados e respectivos níveis organizacionais



Fonte: Elaborado pela autora.

Adicionalmente, o Quadro 18 apresenta o perfil dos entrevistados e a denominação genérica atribuída a cada respondente, a fim de preservar a identidade conforme disposto no Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) desta pesquisa.

Quadro 18 - Perfil dos participantes do estudo de caso

<b>Denominação genérica (código)</b>	<b>Gênero</b>	<b>Formação</b>	<b>Cargo</b>	<b>Tempo no cargo</b>	<b>Tempo na empresa</b>
Participante 1 (GEP1)	Masculino	Engenharia de Processos	Gestor de Processos	7 anos	10 anos
Participante 2 (ANQ1)	Masculino	Engenharia Mecatrônica	Analista de Qualidade	5 meses	12 anos
Participante 3 (ANQ2)	Masculino	Pós-graduação em Gestão e Engenharia de Qualidade	Analista de Qualidade	3 meses	18 anos
Participante 4 (ANP1)	Masculino	Engenharia Mecatrônica e Engenharia Produção	Analista de Processos	3 anos	10 anos
Participante 5 (OPM1)	Masculino	Ensino Médio	Operador de Máquina	6 anos	24 anos
Participante 6 (EEP1)	Masculino	Engenharia Mecânica	Estagiário Engenharia de Processos	1 ano	1 ano

Fonte: Elaborado pela autora.

Nos itens subsequentes são apresentados os resultados do estudo de caso realizado na Empresa A da seguinte forma: para cada competência analisada serão apresentadas as respectivas descrições com base em Dutra (2016) e evidenciadas as percepções provenientes do questionário acerca do grau de domínio e grau de importância – antes e depois da utilização de tecnologias da Indústria 4.0 –, na sequência, o fichamento dos resultados da entrevista semiestruturada e, posteriormente, serão discutidos os resultados da análise da observação não participante e diário de campo.

#### 4.2.1 Competência: Flexibilidade/Adaptabilidade

A descrição atribuída a competência Flexibilidade/Adaptabilidade envolve a capacidade de mobilizar conhecimentos e informações, adaptando-se a vários papéis e ajustando-se para responder adequadamente a novas estruturas organizacionais, processos, demandas ou outras modificações ambientais; ser flexível em lidar com mudanças, fazendo-o de forma consistente ao investir no autodesenvolvimento.

No que se refere aos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Flexibilidade/Adaptabilidade havia um grau de importância “medianamente importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa pouco a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa plenamente a competência no trabalho”. Adicionalmente, no entendimento dos entrevistados:

“Antes das tecnologias 4.0 as pessoas não eram flexíveis, porque tem ferramentas, tecnologias que o pessoal não entende e ficam receosos, então não são tão flexíveis para aceitar – como exemplo o hora/homem digital [equipamento], a gerência entende que tem que ser de papel.” (GEP1).

“Penso que vem muito do nosso gestor, sempre fomenta assuntos e visão para tecnologia, tendências e flexibilidade em relação ao processo.” (ANQ1).

“O mundo está em constante mudança e nosso cliente também. Temos clientes da Suécia, então ter flexibilidade dentro do nosso processo e proporcionar agilidade nas entregas seja de uma informação ou de um produto é extremamente importante. Nosso mercado exige muito a flexibilidade de característica do produto, por exemplo, então, é extremamente importante. Eu diria que o nosso diferencial em relação a nosso concorrente direto é ter produto customizado, então eu atendo a necessidade, identifico a demanda do cliente e trabalho em cima disso. Antes das tecnologias 4.0, tínhamos uma estrutura gigante e um movimento lento, por conta justamente de não ter a informação em tempo real e

não ter o domínio. Nós navegávamos sem saber o norte. Existia uma necessidade, mas de certa forma era desordenado.” (ANQ2).

“Existia uma flexibilidade porque a posição te permite isso e depois das implementações que nós tivemos a flexibilidade ficou maior porque tivemos mais acesso a informação e torna possível você encontrar diferentes meios de soluções. Por exemplo, antes da implementação da eficiência online – através da análise de dados – nós tínhamos um processo muito dificultoso e enrijecido para encontrar o problema, porque isso estava na mão do operador anotar ou não se havia uma parada. Hoje não, se a máquina parar automaticamente já é informado e o operador tem que justificar porque parou. Então eu tenho a informação e torna muito mais fácil e há muito mais flexibilidade de procurar a solução do problema, temos mais meios pelos quais podemos encontrar solução.” (ANP1).

“Não era tão fácil porque tinha que fazer vários ajustes para chegar na condição desejada, tinha que adivinhar qual seção estava dando problema. Hoje é muito difícil dar problema na máquina porque ela dá um parâmetro legal, todo suporte.” (OPM1).

“Quando entrei aqui, uma das coisas que percebi é que ser flexível com as atividades que a gente estava atuando é uma questão muito importante porque em processos estou lidando com a fábrica inteira, desde questões de segurança, manutenção, produção, gerência, indicadores.” (EEP1).

A flexibilidade/adaptabilidade também foi discutida por Sony e Mekoth (2022), que realizaram um estudo com o objetivo de analisar as habilidades de adaptabilidade dos funcionários para a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0. O artigo explorou a temática de adaptabilidade nas seguintes perspectivas: interpessoal, lidar com crises e circunstâncias imprevistas, resolução criativa de problemas, aprendizado contínuo, treinamento e educação na Indústria 4.0, capacidade de adaptação com gerenciamento de estresse e adaptabilidade da equipe. Ademais, o estudo também ratificou o fato de que o papel dos funcionários é fundamental para a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0.

#### 4.2.2 Competência: Aprendizagem contínua

A descrição atribuída a competência Aprendizagem contínua envolve a capacidade de reconhecer em seu campo de atuação agregar valor ao processo de gestão do conhecimento, atuando sistematicamente na captura, criação, disponibilização, disseminação e aplicação de conhecimentos no ambiente interno, bem como incentivando parceiros externos a gerar soluções e conhecimentos que se traduzam em resultados práticos para a organização; e atuar com foco no autodesenvolvimento e no de seus pares.

Com relação aos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Aprendizagem contínua havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que não houve alteração e continua sendo “expressa muito a competência no trabalho”. Adicionalmente, no entendimento dos entrevistados:

“Com a introdução desse contexto, das tecnologias e desse *mindset* digital da Indústria 4.0, com esse processo, nos abriu a mente do quanto precisamos evoluir, ler, entender. Aqui a Engenharia de Processos era focada em resolver problemas de fábrica, não focava em projetos, em melhoria e tecnologias. Usávamos a inteligência da Engenharia para fazer coisas supérfluas e perdíamos a inteligência, o potencial do engenheiro. E a partir de 2014 foi o *boom*, nós trabalhávamos em três turnos, fazíamos 450 pares de peças por dia, hoje trabalhamos em dois turnos e fazemos 430. Nós tínhamos 400 funcionários, hoje temos 213. Não dávamos dois dígitos de lucro, estávamos sempre no *break even*, brigando por redução de custo total para não demitir gente e aí depois de 2014, foi para dois dígitos o lucro, justamente pelo uso da tecnologia, do digital. Hoje tenho a fábrica na minha mão, sei qual foi o problema na hora, entramos em uma reunião com os dados na mão.” (GEP1).

“Todos os dias têm coisas novas. Estamos buscando aqui com a sala de inovação e colocar incentivos para aprendizagem contínua, como *banners* mostrando sobre tecnologias habilitadoras, por exemplo: robótica avançada. A ideia é que todo mundo se interesse e se envolva, não sendo algo obrigatório. Não adianta colocar como algo obrigatório. A pessoa deve querer buscar mais conhecimento e ter ideias novas.” (ANQ1).

“Vejo que independente do nível de maturidade que estamos em relação a Indústria 4.0, a empresa sempre buscou equalizar conhecimento, ter processos bem desenhados, um modelo operacional muito rico. É inevitável quando você digitaliza, você melhora o conhecimento, há uma redução de *lead time*. Hoje a informação está na palma da mão do operador, em todo local da fábrica. O que antes dependia de uma pessoa atualizar e um tempo de resposta, hoje temos informações em tempo real. A maturidade dos processos nos trouxe redução em indicadores críticos e melhor performance.” (ANQ2).

“Aprendizagem não mudou, porque antes eu tinha que continuar a aprendizagem através de outros meios e hoje tenho só que através da tecnologia. Não houve alteração na necessidade de ter que aprender.” (ANP1).

“Estamos aprendendo todos os dias. Antes as máquinas faziam com que a gente aprendesse com o colega e fazendo o trabalho. Hoje em dia continuamos aprendendo. Antes era mais difícil e hoje é mais prático.” (OPM1).

“Pelo modelo de gestão que seguimos é justamente ser melhor a cada dia, então a aprendizagem contínua é presente em tudo, todo dia, independente do processo que a gente está fazendo, da reunião que está acontecendo, enfim, uma apresentação simples é sempre tentar ser melhor, não o melhor do ambiente, mas o melhor do que foi ontem, na vez anterior, sempre tentar se policiar em melhorar dentro das possibilidades.” (EEP1).

O estudo de Nimawat e Gidwani (2022) apresenta os desafios na implementação da Indústria 4.0 e um dos desafios elencados pelos autores faz referência a necessidade

de mão de obra qualificada aprimorada. De forma paralela, é imprescindível o olhar para a aprendizagem contínua conforme alinhado aos relatos apresentados nesta competência.

#### 4.2.3 Competência: Iniciativa/Disposição

A descrição atribuída a competência Iniciativa/Disposição envolve a capacidade de tomar iniciativa diante das situações profissionais ou sociais assumindo responsabilidades na tomada de decisão com o objetivo de concretizar ideias; Envolve também o nível de autonomia nas tomadas de decisão em que participa.

Diante dos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Iniciativa/Disposição havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que não houve alteração e continua sendo “expressa muito a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“Antes o pessoal tinha iniciativa, mas não tinha direção. E é assim porque são apaixonados pelo que fazem então o engajamento é muito alto. Penso que ainda falta fazer a análise de como está o mercado, quando recebemos visita somos muito elogiados, mas quero ver o que está acontecendo lá fora.” (GEP1).

“Sempre foi extremamente importante. Como é um processo, precisa estar sempre se motivando.” (ANQ1).

“Está na dorsal da empresa, que todos os colaboradores independente da hierarquia possa praticar melhoria, então acho que é uma base. Porém, com a questão tecnológica passamos a tratar de forma antecipada, então começa a surgir aprendizagem de máquinas, vejo que o nível de desenvolvimento é mesmo, mas em momentos diferentes. Hoje a gente tenta muito mais se antecipar.” (ANQ2).

“Antes das tecnologias nós tínhamos a possibilidade de autonomia mais restrita do que hoje, porque a confiabilidade das informações era menor. Temos mais iniciativa hoje porque conseguimos observar mais problemas, explorar mais soluções.” (ANP1).

“Se for um ajuste de máquina eu mesmo arrumo. Iniciativa a gente tinha antes, só que tinha hora que dava um desgaste porque um ajuste demorava de duas a três horas, fazendo aquela mesma função, então acabava desgastando.” (OPM1).

“É importante, porém, às vezes falta iniciativa porque as pessoas pecam um pouco na iniciativa. Houve melhora e estamos muito melhor do que estávamos antes. Para mim é fundamental em situações pessoais e profissionais.” (EEP1).



O estudo bibliométrico de Hettiarachchi, Seuring e Brandenburg (2022) apresenta uma análise acerca das operações e cadeia de suprimentos orientadas para a Indústria 4.0. Os autores reforçam que as tecnologias da Indústria 4.0 aliadas à Economia Circular oportunizam flexibilidade, desempenho sustentável e o trabalho conjunto entre a organização, pessoas e sistemas operacionais de forma que troquem informações instantaneamente – esta ideia está atrelada ao conceito de interoperabilidade e é um dos fatores observado na Empresa A nesta competência.

#### 4.2.4 Competência: Resiliência

A descrição atribuída a competência Resiliência envolve a capacidade de lidar com situações de conflitos, incertezas e crises e, mesmo diante das adversidades, mantém-se resiliente no trabalho, produtiva e com foco em suas demandas.

Acerca dos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Resiliência havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, manteve-se na escala. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa medianamente a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa muito a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“O pessoal é muito resiliente nas questões de uso de tecnologia e é necessário porque, por exemplo, em uma operação uma máquina pode suprir a mão-de-obra de quatro funcionários por turno. Então não se adequar é estar fora do mercado.” (GEP1).

“Tem momentos que estamos com pessoas que não gostam, não querem o avanço, então não pode ser muito resiliente nesses casos.” (ANQ1).

“Colocando no universo entre cliente e fornecedor, vejo muito mais robustez da análise do que anteriormente, justamente porque hoje temos 20% de experiência e 80% de dados. Antes faltava sustentação técnica em termos de informação e hoje quando um cliente reclama por exemplo, temos a informação.” (ANQ2).

“Não vejo mudança, claro, hoje temos menos problemas porque temos mais informação e mais eficácia nas ações, mas a resiliência se mantém, não foi mudada pela tecnologia, continua sendo extremamente importante. Se não tivermos resiliência, não conseguimos evoluir.” (ANP1).

“Tenho comigo que estou todo dia na experiência, todo dia tem que estar motivado, independente do problema. A dificuldade sempre tem, mas temos que resolver, buscar ajuda.” (OPM1).

“O mercado varia muito e tem muitas coisas que acontecem ao longo do dia que demandam resiliência. Mesmo em situações de pressão e estresse, tentamos nos manter firme. É muito importante aqui dentro.” (EEP1).

Paralelamente, o estudo de Dornelles, Ayala e Frank, 2022) analisou a Indústria 4.0 de uma perspectiva ampla acerca de operações de montagem, operação de máquinas, manutenção, treinamento, controle de qualidade, movimentação de materiais, projeto de processo e produto, planejamento e controle de produção. Os resultados do estudo apontaram que algumas capacidades são exigidas dos trabalhadores neste cenário e, sem dúvida, a resiliência é uma variável importante deste processo – como observado nos relatos acima.

#### 4.2.5 Competência: Liderança

A descrição atribuída a competência Liderança envolve a capacidade da busca constante pelo desenvolvimento pessoal e técnico; utiliza o conhecimento adquirido no aprimoramento de suas atividades, repassando-o aos demais integrantes no âmbito de sua atuação; e atua na preparação técnica e profissional das pessoas que orienta e para a formação de equipes de alta performance, motivando-as a melhorar seu desempenho e buscar o autodesenvolvimento.

Diante dos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Liderança havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa muito a competência no trabalho” e depois manteve-se. No entendimento dos entrevistados:

“Antes os treinamentos eram básicos para fazer a operação, por exemplo. Hoje estamos falando de treinamentos com *softwares* de realidade aumentada, então expandiu muito o pensamento para buscar o conhecimento, mas em contrapartida, é preciso seguir a evolução tecnológica.” (GEP1).

“Sempre foi muito importante ter essa competência, é importante liderar pelo exemplo, deixar os liderados à vontade, em clima descontraído. Tratar as pessoas como querem ser tratadas.” (ANQ1).

“Temos as especialidades aqui na fábrica e cada um tinha seu pilar, e o líder precisava dessas especialidades. Hoje com esse universo de possibilidades e na liderança, o domínio da especialidade continua sendo importante, mas que seja enriquecido com outras ferramentas, por exemplo, aplicar uma ferramenta mais sofisticada para buscar comprovações, fatos. E isso acaba promovendo essa liderança horizontal e vertical também porque hoje tenho os *partners*, então essa troca é ideal.” (ANQ2).

“Segue o mesmo o mesmo preceito antes e depois, acho que com algumas distinções na ação e na metodologia da liderança, mas o conceito é o mesmo. Houve mudança da ferramenta, não do objetivo. Então, a liderança continua sendo extremamente importante na Indústria 4.0. Antes a dificuldade para exercer era maior porque havia necessidade de ser mais persuasivo do que hoje,

devido a dificuldade de clareza dos dados, então tinha que demonstrar o conhecimento e as pessoas acreditassem em você. Hoje conseguimos mostrar mais claramente o objetivo, a ferramenta a ser aplicada, então o pessoal consegue entender melhor justamente pela análise da informação que está diante de todo mundo.” (ANP1).

“É muito importante ter um apoio da liderança, antes e agora continua o mesmo. São sempre abertos, pode conversar, discutir uma ideia, sugerir alguma coisa.” (OPM1).

“A liderança sempre nos apoia, em situações de dúvida, liberdade para tomar alguma ação, para lidar com situações justamente para me desenvolver também.” (EEP1).

Da mesma forma, Mukhuty, Upadhyay e Rothwell (2022) realizaram um estudo apresentando a relação entre desenvolvimento estratégico sustentável, práticas de recursos humanos e Indústria 4.0. O estudo colocam as pessoas como elementos centrais e facilitadores cruciais para a Indústria 4.0 e que podem colaborar liderando a mudança, repensando processos e implementando as novas tecnologias. Esses fatos ratificam o que relataram os entrevistados acerca da competência de liderança.

#### 4.2.6 Competência: Comunicação

A descrição atribuída a competência Comunicação envolve a capacidade de transmitir informações e conhecimentos de forma a ser compreendido por qualquer interlocutor e em qualquer ambiente; saber ouvir e dar feedback; utilizar de forma eficiente dos recursos de comunicação da empresa; apresentar informações de maneira clara e objetiva; manter todos os seus pares informados com relação a resultados alcançados, novidades e melhoramentos pertinentes.

Com relação aos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Comunicação havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que não houve alteração e continua sendo “expressa muito a competência no trabalho”.

No entendimento dos entrevistados:

“Independente da tecnologia, temos o processo *one-on-one*, que é a relação entre o líder e o liderado para discutir indicadores, e o *feedback 360°* entre todos. Sempre com uma abordagem de melhoria. O *feedback* é a todo momento, faz parte da liderança.” (GEP1).

“Sempre foi extremamente importante e agora as informações estão muito mais acessíveis a todos. O *checklist* do processo todo digital, por exemplo. Mas não

podemos perder o contato um com o outro diante da tecnologia, então a comunicação é extremamente importante.” (ANQ1).

“Houve uma melhora, porque antes havia limitações, hoje temos alinhamento entre as áreas, escalonamento, equipes multifuncionais. Na própria informação, temos formas de buscar tudo sobre um produto ou o próprio processo notifica em tempo real.” (ANQ2).

“A informação antecede a comunicação então tínhamos menos informação e tinha que me comunicar, hoje tenho mais informação e a comunicação permanece, não alterou a comunicação. Qualquer falha de comunicação gera um transtorno. Antes a comunicação era mais difícil, hoje é mais clara porque tenho dados mais claros. Os objetivos são mais claros e exemplificados de forma mais fácil e rápida para todos.” (ANP1).

“A comunicação sempre foi boa, o que hoje é melhor é pela tecnologia. Se der um problema, eu comunico, dou sugestão. Antes havia muito conflito entre os operadores, hoje não, as pessoas aceitam mais opinião.”(OPM1).

“É importante uma comunicação clara, assertiva e objetiva. As vezes a forma como uma informação é passada, pode atrapalhar um processo, perder uma peça, por exemplo.”(EEP1).

Ddorneanu et al. (2022) afirmam que a conectividade de sistemas viabilizada pela Indústria 4.0 oportuniza sensoriamento e monitoramento de controle de componentes da fábrica e, por consequência, toda interligação em tempo real entre pessoas, processos e máquinas. Os sistemas inteligentes por meio da integração dos componentes digitais com as unidades físicas reais envolvidas permitem melhoria na comunicação entre as pessoas como pode ser observado nos relatos acima.

#### 4.2.7 Competência: Pensamento sistêmico

A descrição atribuída a competência Pensamento sistêmico envolve a capacidade de entender todo negócio, da relação entre os processos organizacionais e da clareza sobre sua agregação de valor ao negócio; buscar resultados, conciliando a visão de negócios nas dimensões técnica, econômica e social – em termos de qualidade, segurança, saúde, responsabilidade social, integrando pessoas e recursos existentes no ambiente interno e externo.

No que se refere aos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Pensamento sistêmico havia um grau de importância “extremamente importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, manteve-se. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa muito

a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa plenamente a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“A empresa é focada em senso de negócio, de pertencimento, de propriedade. Então é algo extremamente importante para nós.” (GEP1).

“É extremamente importante porque antes não estava tudo tão evidente e hoje porque a pessoa tem que saber como o trabalho impacta no processo. Saber como as coisas funcionam, como impactam. O conhecimento não pode ser raso, tem que ser profundo, tem que entender o todo.” (ANQ1).

“Temos reunião de comunicação, em que são apresentados indicadores, novas oportunidades, novos negócios e até o que está acontecendo em nossas unidades do exterior. Por exemplo, quando vamos desenvolver um projeto, verificamos se alguém em uma das plantas que temos que no mundo já fizeram algo semelhante, então é extremamente importante.” (ANQ2).

“Com a introdução das tecnologias nos processos mudou-se as regras de avaliação, auditorias dentro da produção. O pensamento sistêmico é necessário porque para implementar tecnologia é preciso entender bem o processo.” (ANP1).

“Sempre foi passada a informação do quanto o trabalho é importante, envolve vidas.”(OPM1).

“Entendo que continua sendo importante pelo trabalho que a gente faz, importante deixar claro onde começa e termina a responsabilidade, entender bem o processo, garantir a segurança do trabalho, um ambiente seguro. O pensamento ordenado, conhecer as causas e consequências.”(EEP1).

Acerca do pensamento sistêmico, os autores Drakaki et al. (2022) apresentaram um levantamento do estado da arte referente ao aprendizado de máquina e necessidade do pensamento sistêmico no ambiente da produção, os autores afirmam que a manutenção preditiva se tornou a abordagem proeminente para detecção e diagnóstico de falhas, fato que demanda planejamento e o pensamento sistêmico em relação à toda organização, conforme pode ser observado nos apontamentos nesta competência.

#### 4.2.8 Competência: Planejamento

A descrição atribuída a competência Planejamento envolve a capacidade de organização, sistematização, antecipação de tendências que facilitem o processo de decisão de líderes e gerentes; disponibilizar informações e conhecimentos estruturados; orientar técnicas e/ou coordenação de processos e organização de trabalhos; coordenar e/ou acompanhar atividades da área.

Acerca dos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Planejamento havia um grau de importância “extremamente importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, manteve-se. Referente ao

grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa muito a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa plenamente a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“Ao longo dos anos e no final de cada ano, fazemos um levantamento do que foi feito e planejamento estratégico para o ano seguinte. Tudo que temos hoje foi planejado. Fazemos planejamento de um ano e também em um horizonte de cinco anos.” (GEP1).

“É extremamente importante saber realizar o planejamento e executá-lo. De nada adianta planejar e não traçar meios para conseguir alcançar. Para nós, é algo extremamente importante.” (ANQ1).

“Hoje com o nível de informação que nós temos, somos muito mais assertivos de colocar objetivos que são totalmente possíveis e desafiadores. Ao nosso favor está o domínio sobre o nosso produto, processo e máquinas que compõem nossa fábrica. O planejamento é efetivo.” (ANQ2).

“Antes despendíamos muito tempo planejando, hoje continuamos planejando, mas executamos mais pelas metodologias que utilizamos. Temos mais agilidade, versatilidade e tempestividade.” (ANP1).

“O planejamento é muito importante, mas antes a gente não se planejava como hoje. Hoje pensamos mais sobre as consequências.” (OPM1).

“É algo muito importante, mas em alguns momentos penso que poderíamos planejar mais. Mas consigo ver a importância do planejamento aqui dentro, de ter foco e seguir o que foi planejado.” (EEP1).

De forma similar, o estudo de Li et al. (2022) tratou de aspectos relacionados ao planejamento e à tomada de decisão diante do ambiente de incerteza e complexidade organizacional. Os autores afirmam que a conectividade, visibilidade e rastreabilidade por meio de dados em tempo real de ambientes de produção podem amenizar estes gargalos se combinados com bom planejamento e assertividade na tomada de decisão no contexto da organização.

#### 4.2.9 Competência: Resolução de problemas

A descrição atribuída a competência Resolução de problemas envolve a capacidade de captar e organizar de forma sistemática informações relativas a assuntos ou problemas, dentro de seu escopo de atuação, através de análise, comparação e identificação de relações de causa e efeito e alternativas de soluções de problema.

Sobre os resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Resolução de problemas havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente

importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa medianamente a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa muito a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“Aprendemos sobre a resolução de problemas principalmente nas operações de engenharia. A máquina apresenta problemas por exemplo e precisamos resolver em tempo hábil.” (GEP1).

“A resolução de problemas proporciona a reflexão sobre a situação, primeiro pensar no que aconteceu, depois nas possibilidades para resolver e o que fazer para que não aconteça mais. Aqui usamos uma metodologia para entender a causa raiz, desmembra o problema, falamos o que vamos fazer, depois desenvolvemos o plano de ação, verificamos se deu certo e damos o *feedback*.” (ANQ1).

“Saímos de um universo de mais de 700 mil reais de sucata e hoje temos algo em torno de 10 mil reais, então sempre tivemos o norte de resolução de problemas. Temos metodologias muito fortes para resolver problemas. Nossa capacidade antes era limitada e hoje temos muitas fontes de dados para nos auxiliar e chegar onde estamos.” (ANQ2).

“A meu ver o grau de importância é o mesmo, extremamente importante. O que difere é o método de resolução de problemas, hoje é mais rápido a análise do problema, a causa raiz, os fatores, as metodologias que podem ser empregadas. Como temos uma precisão e assertividade na informação muito maiores, conseguimos atingir a causa raiz com mais rapidez.” (ANP1).

“Hoje é difícil ter problema no setor, antes era mais difícil. Mas estamos sempre procurando solucionar.” (OPM1).

“Penso que entra na questão de iniciativa também e é sempre tratado com importância aqui dentro, as pessoas atuam de forma proativa na resolução de problemas.” (EEP1).

O estudo de Zauskova et al. (2022) objetivou mapear e esclarecer a interação entre a Indústria 4.0 e a digitalização, como achados da pesquisa, notou-se semelhanças ao que relataram um dos entrevistados principalmente no que se refere aos ganhos obtidos com a implementação de tecnologias da Indústria 4.0 – sair de R\$700 mil em sucatas para R\$10 mil. O referido estudo aponta que a rentabilidade, eliminação de perdas, diminuição de custos e melhora na competitividade são os resultados da implementação da Indústria 4.0 e a digitalização de processos.

#### 4.2.10 Competência: Tomada de decisão

A descrição atribuída a competência Tomada de decisão envolve a capacidade de analisar situações e tomar decisões com posicionamento e assumindo a responsabilidade;

assumir e perceber riscos, senso de oportunidade e mensuração de eficácia da tomada de decisão.

Com relação aos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Tomada de decisão havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa medianamente a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa muito a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“Antes não tínhamos dados para tomada de decisão, os indicadores eram todos em *Excel*, colocados de forma manual. Hoje não há interação humana com os indicadores, pois são todos provenientes da máquina. A tomada de decisão é muito mais clara e limpa. O dado te mostra a decisão a ser tomada.” (GEP1).

“Antes era muito importante e hoje é extremamente importante. Hoje as tecnologias proporcionam mais rapidez na tomada de decisão, na tela do celular podemos acompanhar a máquina em tempo real.” (ANQ1).

“Hoje estamos sempre a postos para tomar algum tipo de decisão, estamos muito mais seguros para tomar decisão e isso se deve aos indicadores que temos hoje. Antes tínhamos uma informação muito superficial, de forma manual e em alguns momentos não tão assertiva.” (ANQ2).

“A tomada de decisão hoje tem menos espaço para erro porque temos muitos indicadores e recursos que nos direcionam. A tomada de decisão está envolvida com autonomia porque se tenho uma riqueza maior de informações, meu poder de decisão aumenta.” (ANP1).

“Acredito que não mudou muito, continua tendo que tomar decisão. Quando vieram as novas máquinas eu sempre tive a visão que precisava aprender, então tomei a decisão de aprender. Essas mudanças foram positivas, antes fazia dois *setups* no dia, era mais braçal, hoje é bem mais tranquilo. No meu dia a dia se precisar tomar decisão para parar a máquina, temos que parar na hora para não dar problema na peça.” (OPM1).

“A tomada de decisão é sempre extremamente importante, há um senso de urgência de todos e também de saber de quem é a responsabilidade pela decisão.” (EEP1).

Similarmente, Parhi et al. (2022) realizaram um estudo acerca da tomada de decisão na Indústria 4.0 com base em dados em tempo real para aumentar a competitividade da fábrica e, para isso, os autores afirmam que infraestrutura de software, flexibilidade dos sistemas, precisão operacional e capacidades técnicas são aspectos que desempenham um importante papel na implementação da Indústria 4.0, fato que também pode ser atestado pelos apontamentos dos entrevistados.



#### 4.2.11 Competência: Inovação/Criatividade

A descrição atribuída a competência Inovação/Criatividade envolve a capacidade de gerir processos de melhoria e inovação, desde o planejamento até sua implementação, envolvendo identificação sistemática de pontos para superação dos resultados alcançados, transformação de problemas em oportunidades, criação de múltiplas alternativas originais e seleção das mais eficazes, bem como a criação de indicadores específicos que permitam aproximar ao máximo o acompanhamento das melhorias implementadas.

No que se refere aos resultados obtidos por este estudo de caso, os participantes afirmam que a competência Inovação/Criatividade havia um grau de importância “muito importante” e, após a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, passou a ser “extremamente importante”. Referente ao grau de domínio, os participantes afirmaram que antes “expressa medianamente a competência no trabalho” e depois passou a ser “expressa muito a competência no trabalho”. No entendimento dos entrevistados:

“O desafio do processo proporciona a inovação e criatividade. É o que temos fomentado aqui e é muito importante para nós.” (GEP1).

“Sempre foi extremamente importante, antes não tínhamos tantas ferramentas, hoje temos e precisamos continuar sendo inovadores.” (ANQ1).

“Nós tínhamos o hábito de observar o mercado e olhar um padrão, hoje nossos desenvolvimentos estão todos internos e isso proporciona crescimento, inovação e criatividade.” (ANQ2).

“Hoje a busca por inovação é muito maior e isso se deve ao fato de ter muito mais recursos, ferramentas, métodos. A forma de criar hoje também demanda muito mais conhecimento sobre as tecnologias 4.0.” (ANP1).

“Nós ajudamos muito com nosso dia a dia, é tranquilo dar ideia e o pessoal escuta. Se for algo que vai facilitar, é implantado. Sempre nos ouvem.” (OPM1).

“Os projetos que temos aqui dentro são interessantes porque usamos o que temos aqui dentro, é algo extremamente importante até para impactar quem está aqui dentro e também nos desafiar, sair da caixa e buscar uma solução.” (EEP1).

Complementarmente, o estudo de Milošević et al. (2022) apresenta considerações acerca de implementar as tecnologias da Indústria 4.0 e ser uma facilitadora ou limitante para o sucesso empresarial. Como resultado, o estudo proporcionou uma abordagem que encoraja empresas a migrarem suas operações para a Indústria 4.0 em virtude da relação custo-benefício, qualidade e eficácia que podem ser viabilizadas, conforme foi destacado nesta competência. Sendo assim, a competência de Inovação/Criatividade também

demanda essa visão encorajadora e que desafia a sair da caixa, conforme mencionado por um dos entrevistados.

#### 4.2.12 Síntese de resultados do questionário

Os Quadro 19 e

Quadro 20 sintetizam os resultados obtidos para cada competência em graus de importância e domínio antes e depois da implementação de tecnologias da Indústria 4.0.

Quadro 19 - Grau de importância de cada competência

<b>GRAU DE IMPORTÂNCIA DE CADA COMPETÊNCIA</b>		
<b>COMPETÊNCIAS</b>	<b>Antes da implementação de tecnologias da Indústria 4.0</b>	<b>Depois da implementação de tecnologias da Indústria 4.0</b>
	<i>Frequência</i>	
<b>FLEXIBILIDADE/ ADAPTABILIDADE</b>	Extremamente importante (n=1)	Extremamente importante (n=5)
	Medianamente importante (n=1)	Muito importante (n=1)
	Muito importante (n=1)	
	Pouco importante (n=2)	
	Nada importante (n=1)	
<b>APRENDIZAGEM CONTÍNUA</b>	Extremamente importante (n=3)	Extremamente importante (n=5)
	Muito importante (n=1)	Muito importante (n=1)
	Pouco importante (n=2)	
<b>INICIATIVA/ DISPOSIÇÃO</b>	Extremamente importante (n=2)	Extremamente importante (n=4)
	Medianamente importante (n=3)	Muito importante (n=2)
	Muito importante (n=1)	
<b>RESILIÊNCIA</b>	Extremamente importante (n=3)	Extremamente importante (n=3)
	Medianamente importante (n=2)	Muito importante (n=2)
	Pouco importante (n=1)	Medianamente importante (n=1)
<b>LIDERANÇA</b>	Extremamente importante (n=4)	Extremamente importante (n=4)
	Medianamente importante (n=1)	Muito importante (n=2)
	Pouco importante (n=1)	
<b>COMUNICAÇÃO</b>	Extremamente importante (n=3)	Extremamente importante (n=3)
	Pouco importante (n=1)	Muito importante (n=3)
	Muito importante (n=2)	
<b>PENSAMENTO SISTÊMICO</b>	Extremamente importante (n=4)	Extremamente importante (n=5)
	Muito importante (n=2)	Muito importante (n=1)
<b>PLANEJAMENTO</b>	Extremamente importante (n=4)	Extremamente importante (n=4)
	Muito importante (n=1)	Muito importante (n=2)
	Medianamente importante (n=1)	
	Extremamente importante (n=3)	Extremamente importante (n=4)

<b>RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b>	Muito importante (n=2)	Muito importante (n=2)
	Medianamente importante (n=1)	
<b>TOMADA DE DECISÃO</b>	Extremamente importante (n=3)	Extremamente importante (n=4)
	Muito importante (n=1)	Muito importante (n=2)
	Medianamente importante (n=2)	
<b>INOVAÇÃO/ CRIATIVIDADE</b>	Extremamente importante (n=3)	Extremamente importante (n=5)
	Medianamente importante (n=3)	Muito importante (n=1)

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 20 - Grau de domínio de cada competência  
**GRAU DE DOMÍNIO DE CADA COMPETÊNCIA**

<b>COMPETÊNCIAS</b>	<b>Antes da implementação de tecnologias da Indústria 4.0</b>	<b>Depois da implementação de tecnologias da Indústria 4.0</b>
	<i>Frequência</i>	
<b>FLEXIBILIDADE/ ADAPTABILIDADE</b>	Expressa medianamente a competência no trabalho (n=4) Não expressa a competência no trabalho (n=2)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=3) Expressa muito a competência no trabalho (n=3)
<b>APRENDIZAGEM CONTÍNUA</b>	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=2) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=4)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=2) Expressa muito a competência no trabalho (n=3) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=1)
<b>INICIATIVA/ DISPOSIÇÃO</b>	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1) Expressa muito a competência no trabalho (n=2) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=3)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=2) Expressa muito a competência no trabalho (n=4)
<b>RESILIÊNCIA</b>	Expressa muito a competência no trabalho (n=2) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=3) Expressa pouco a competência no trabalho (n=1)	Expressa muito a competência no trabalho (n=3) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=3)
<b>LIDERANÇA</b>	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1) Expressa muito a competência no trabalho (n=1) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=3) Não expressa a competência no trabalho (n=1)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1) Expressa muito a competência no trabalho (n=4) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=1)
<b>COMUNICAÇÃO</b>	Expressa muito a competência no trabalho (n=2)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1)

	Expressa medianamente a competência no trabalho (n=2) Expressa pouco a competência no trabalho (n=2)	Expressa muito a competência no trabalho (n=5)
<b>PENSAMENTO SISTÊMICO</b>	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1) Expressa muito a competência no trabalho (n=1)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=3) Expressa muito a competência no trabalho (n=3)
	Expressa medianamente a competência no trabalho (n=4)	
<b>PLANEJAMENTO</b>	Expressa muito a competência no trabalho (n=1) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=2)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=2) Expressa muito a competência no trabalho (n=4)
	Expressa pouco a competência no trabalho (n=3)	
<b>RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b>	Expressa muito a competência no trabalho (n=1) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=2)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1) Expressa muito a competência no trabalho (n=5)
	Expressa pouco a competência no trabalho (n=3)	
<b>TOMADA DE DECISÃO</b>	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=1) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=5)	Expressa plenamente a competência no trabalho (n=2) Expressa muito a competência no trabalho (n=4)
<b>INOVAÇÃO/ CRIATIVIDADE</b>	Expressa muito a competência no trabalho (n=1) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=5)	Expressa muito a competência no trabalho (n=5) Expressa medianamente a competência no trabalho (n=1)

Fonte: Elaborado pela autora.

#### A partir dos Quadro 19 e

Quadro 20, nota-se que, de acordo com as respostas dos entrevistados, antes da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 as competências apresentavam diferentes graus de importância e domínio visto que há maior variação de respostas. Observa-se que esse fato é alterado após implementação das tecnologias da Indústria 4.0, quando é possível verificar pelos Quadro 19 e

Quadro 20 maior similaridade e concentração das respostas em altos graus de importância e domínio uma vez que a maior parte das respostas está concentrada em: *Extremamente importante* e *Muito importante* para grau de importância e *Expressa plenamente a competência no trabalho* e *Expressa muito a competência no trabalho* para grau de domínio de cada competência.

Com base no Quadro 19, é possível ordenar as competências em grau de importância após a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 na visão dos entrevistados da pesquisa, conforme segue: 1. Flexibilidade/Adaptabilidade; 2. Aprendizagem Contínua; 3. Pensamento Sistêmico; 4. Inovação/Criatividade; 5. Iniciativa/Disposição; 6. Liderança; 7. Planejamento; 8. Resolução de Problemas; 9. Tomada de Decisão; 10. Resiliência; e 11. Comunicação.

**Da mesma forma, é possível ordenar as competências em grau de domínio após a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 com base no**

Quadro 20 e de acordo com os participantes: 1. Inovação/Criatividade; 2. Comunicação; 3. Resolução de Problemas; 4. Iniciativa/Disposição; 5. Planejamento; 6. Tomada de Decisão; 7. Flexibilidade/Adaptabilidade; 8. Resiliência; 9. Pensamento Sistêmico; 10. Aprendizagem Contínua; 11. Liderança.

#### 4.2.13 Resultados da entrevista semiestruturada

Conforme roteiro de entrevista semiestruturada ([Apêndice E](#)) foram elaboradas dez perguntas abertas sobre Indústria 4.0 e Competências Individuais. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos em cada questão.

Os entrevistados foram questionados acerca dos objetivos da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 pela Empresa A e como resposta houve menções bastante próximas, tais como: necessidade de redução de custos da produção; estar à frente dos concorrentes; ser referência na Indústria 4.0 no setor; competitividade e praticidade; atendimento rápido ao cliente; menor desgaste do operador; uso do processo de forma eficiente e segura; buscar novas formas de trabalho de modo a garantir sobrevivência no mercado e melhorar as formas de controle de indicadores de qualidade e propriedade sobre o controle de processos. Além disso, foi mencionado pelos entrevistados também a abertura da gerência para engajamento e implementação das novas formas de trabalho.

Ao serem indagados se os objetivos da Empresa A terem sido alcançado em relação às práticas de implementação de tecnologias Indústria 4.0, os entrevistados foram unânimes ao afirmar de forma positiva sobre o alcance dos objetivos. Houve menção de que ainda estão no caminho para implementação de 100% dessas tecnologias e que os

indicadores melhoraram, assim como controle de custos e taxa de aproveitamento. Também foi levantado o fato de que a fábrica possui performance acima de 90% e que trabalham no sentido da Indústria 4.0 desde meados de 2016, quando houve mudança da liderança.

Acerca das operações que foram afetadas no processo, foram mencionados aspectos como: utilização de robôs para atividades repetitivas, retirada do uso de papel, melhoria na resolução de problemas na fábrica, leitura e registro de KPI feito pela tecnologia, controle de qualidade feito por sistema de visão que detecta se a peça está boa ou ruim. Houve menção também de que no início houve resistência, mas que a facilidade viabilizada pelas novas ferramentas oportunizou melhorias, porém, em algumas situações houve pessoas que não se adaptaram e solicitaram desligamento.

No que se refere às mudanças ocorridas, os entrevistados relataram que o *setup* de uma máquina demanda cerca de 10 minutos e que antes das tecnologias da Indústria 4.0 demandavam mais de duas horas. Os turnos de trabalho também tiveram alteração, passando de três turnos para dois turnos e que a jornada de trabalho que antes era de segunda a domingo, passou a ser de segunda a sexta. Ademais, aspectos como redução e, em alguns casos, eliminação do uso de papel também ocorreram – fato que antes dificultava a consulta e armazenagem. O entendimento do processo pelo operador e engenheiros também foi facilitado assim como as ações de melhoria contínua.

Ao serem questionados sobre o motivo pelo qual houve a intenção de mudança para implementação de tecnologias da Indústria 4.0, os entrevistados relataram de forma similar aspectos como: sobrevivência e tendências do mercado, necessidade do setor de dominar aspectos da tecnologia, observação dos benefícios possibilitados pela Indústria 4.0 e assertividade e agilidade nos processos.

Sobre a condução da mudança para implementação de tecnologias da Indústria 4.0, os entrevistados responderam que foi feito um *road map* sinalizando os caminhos a serem seguidos pela empresa, foi conduzido de forma gradual, contemplando cada avanço e resultado. Também foi feito um mapeamento das pessoas que poderiam atuar como multiplicadores do processo de implementação das tecnologias da Indústria 4.0, foram adquiridas tecnologias que poderiam oportunizar o processo e ferramentas que pudessem apoiar o movimento.

Quando questionados sobre resistência à mudança por parte de colaboradores, os entrevistados afirmaram positivamente que houve resistência e que houve casos não acreditavam na mudança nem que a máquina daria conta de realizar a tarefa ou que não

funcionaria, também casos em que algumas pessoas desacreditavam a mudança e possuíam um sentimento de ausência de propriedade sobre o processo em que atuavam.

No que tange aos resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0, os entrevistados relataram que percebem o orgulho das pessoas ao trabalhar na empresa com todas as tecnologias implementadas, também sobre os indicadores de reclamação dos clientes que passou de 56 reclamações anuais para zero, além do índice de eficiência da fábrica passar de 85% para 91% (OEE<sup>14</sup>). Os entrevistados atribuem as melhorias à informação clara, análise de causa raiz dos problemas, redução de tempo, aumento de produtividade e entendimento do processo.

Por fim, quando questionados se acrescentariam outras competências à análise deste estudo, alguns entrevistados citaram motivação, engajamento e senso de pertencimento. Outros sinalizaram que as competências questionadas contemplaram o dia a dia da empresa.

#### 4.2.14 Observação não participante e diário de campo

Adicionalmente, a partir da observação não participante e diário de campo realizado ao longo do estudo de caso junto à Empresa A, foi possível notar que de acordo com a classificação proposta pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL, 2017, p.19), que apresenta quatro Estágios das Gerações Digitais, conforme mostra o Quadro 21, a Empresa A está entre a Geração 3 e 4 das Gerações Digitais.

Quadro 21 - Estágios das Gerações Digitais

<b>ESTÁGIOS DAS GERAÇÕES DIGITAIS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Geração 1 – Produção Rígida</b>	Automação rígida e isolada com uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) de forma pontual, na contabilidade, no projeto ou na produção.
<b>Geração 2 – Produção Enxuta</b>	Automação flexível ou semiflexível com uso de TICs sem integração ou com integração apenas parcial entre as áreas da empresa.
<b>Geração 3 – Produção Integrada</b>	Uso de TICs e automação com integração e conexão em todas as atividades e áreas da empresa.
<b>Geração 4 – Produção Conecta e Inteligente</b>	Uso de TICs de forma integrada, conectada e inteligente. Presença de retroalimentação de informações na operação e para apoiar o processo de decisão.

Fonte: Adaptado de IEL (2017, p.17).

<sup>14</sup> OEE: *Overall Equipment Effectiveness* ou Eficiência Global do Equipamento: compara a capacidade de produção com o que foi realmente produzido.

Ademais, de acordo com o Instituto Euvaldo Lodi (IEL, 2017, p.19), para que seja realizada esta classificação, são levados em consideração também as seguintes funções empresariais: a) Relacionamento com Fornecedores; b) Desenvolvimento de Produto; c) Gestão da Produção; d) Relacionamento com Clientes; e) Gestão de Negócios. O Quadro 22 sumariza a relação entre os Estágios das Gerações Digitais e as referidas funções empresariais.

Quadro 22 - Diferentes "estágios" tecnológicos por "Geração Digital" e "Função Empresarial"

	<b>Relacionamento com Fornecedores</b>	<b>Desenvolvimento de Produto</b>	<b>Gestão da Produção</b>	<b>Relacionamento com Clientes</b>	<b>Gestão de Negócios</b>
<b>Geração 1 – Produção Rígida</b>	Transmissão de pedidos manualmente.	Sistema de projeto auxiliado por computador.	Automação simples com máquinas não conectadas.	Execução de contatos e registros manualmente.	Sistemas de informação independentes específicos por área, sem integração.
<b>Geração 2 – Produção Enxuta</b>	Transmissão de pedidos por meio eletrônico.	Sistema integrado de projeto, fabricação e cálculo de engenharia com auxílio de <i>software</i> .	Processo parcial ou totalmente automatizado.	Automação da força de vendas.	Sistemas compostos por módulos e base de dados integrados.
<b>Geração 3 – Produção Integrada</b>	Suporte informatizado dos processos de compras, estoques e pagamentos.	Sistemas integrados de gestão de dados de produto.	Sistemas integrados de execução de processo.	Sistema de integração e suporte baseado em internet.	Plataforma <i>web</i> com bases de dados para apoiar análises de negócio.
<b>Geração 4 – Produção Conecta e Inteligente</b>	Relacionamento com fornecedores por meio de acompanhamento em tempo real de pedidos e de logística com uso de <i>web services</i> .	Sistemas virtuais de desenvolvimento. Desenvolvimento de produtos por meio de sistemas de modelagem virtual do produto e do processo.	Gestão da produção automatizada por meio de soluções de comunicação (máquina-máquina M2M).	Relacionamento com clientes por meio de tecnologias de monitoramento dos produtos em uso. Monitoramento e gestão do ciclo de vida de clientes.	Gestão do negócio por meio de processos automatizados com apoio de inteligência artificial e utilização de <i>big data analytics</i> .

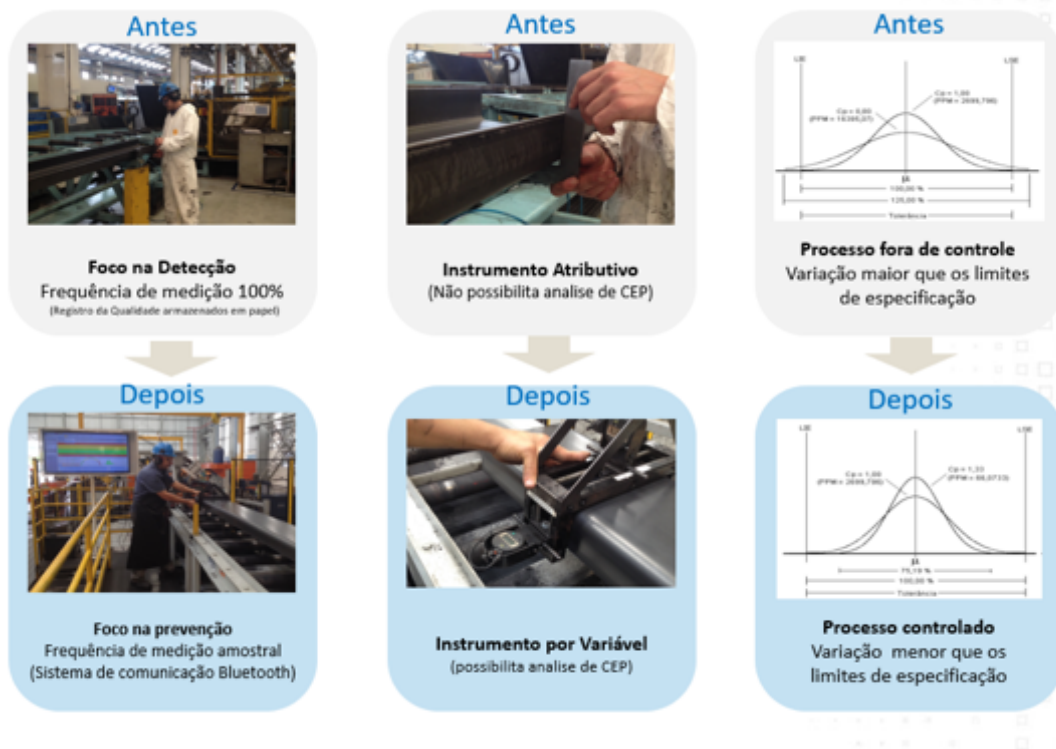
Fonte: IEL (2017, p. 19).

Sendo assim, notou-se que a Empresa A está em fase de desenvolvimento da Indústria 4.0, tendo superado a fase de planejamento e implementação de tecnologias 4.0 e está com planos de chegar até o estágio de maturidade da Indústria 4.0, trabalhando para incorporar e consolidar 100% de seus processos nessas tecnologias. Fato que pode ser atestado por algumas de suas incorporações de tecnologias, que podem ser notadas a partir das Figura 14 e



Figura 15. Cabe dizer que as figuras foram fornecidas pela Empresa A e tiveram autorização para reprodução neste estudo.

Figura 14 - Exemplos de inspeções utilizados pela Empresa A



Fonte: Documentos institucionais fornecidos pela Empresa A.

Figura 15 - Exemplos de inspeção visual de produtos da Empresa A



Fonte: Documentos institucionais fornecidos pela Empresa A.

No que se refere às percepções diante das competências individuais analisadas seja no grau de importância e no grau de domínio de cada uma: Flexibilidade/Adaptabilidade; Aprendizagem contínua; Iniciativa/Disposição; Resiliência; Liderança; Comunicação; Pensamento sistêmico; Planejamento; Resolução de problemas; Tomada de decisão; Inovação/Criatividade (SOUZA; SANTOS, 2020), compreendeu-se que os participantes da pesquisa – e representantes dos três níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional – possuem um discurso, percepções e envolvimento muito alinhados sobre a Indústria 4.0 e também sobre a importância das Competências Individuais. Esse fato é atestado pelos resultados obtidos – e já apresentados anteriormente – com a escala de grau de importância e grau de domínio de forma muito similar.

Entende-se que a Empresa A obteve sucesso nas fases de planejamento e implementação e agora na fase de desenvolvimento em virtude do alinhamento estratégico de processos e pessoas envolvidas nas operações da empresa – desde a incorporação de tecnologias 4.0 até o desenvolvimento e entendimento da importância de se pensar em pessoas, uma vez que de acordo com Souza e Santos (2020) além de disponibilizar uma infraestrutura tecnológica com padrões da Indústria 4.0, é necessário

que as empresas capacitem funcionários para que estejam aptos e incorporados ao novo contexto da organização.

Dessa forma, a Empresa A entende e coloca em prática o entendimento de que aprendizado, gestão do conhecimento e capacidade de inovação auxiliam na condução e instauração de elementos da Quarta Revolução Industrial. De forma adicional e após as valiosas contribuições a serem dadas pelos avaliadores no Exame de Defesa desta Tese, ambiciona-se publicar os resultados deste estudo de caso, assim como foi realizado no Exame de Qualificação.

### **4.3 Relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais**

Conforme apresentado, esta Tese utilizou de quatro meios para coleta de dados para realizar o estudo de caso, a saber: questionário, entrevista, observação não participante e diário de campo. Gil (2021) aborda a importância da triangulação dos dados, em outras palavras, objetiva cotejar os dados obtidos nas diferentes fontes de coleta de dados. Assim, este item tem como objetivo apresentar percepções da autora acerca do título desta Tese – Relações entre a promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais – e à luz dos resultados provenientes da coleta de dados realizada.

De posse dos resultados do estudo de caso, é possível afirmar que a relação entre Indústria 4.0 e Competências Individuais é prolífica, sobretudo no que se refere ao entendimento do processo por parte dos indivíduos e paralela maturidade das competências individuais. Com a interpretação dos dados do questionário notou-se que as competências sempre estiveram presentes, porém, a forma como se apresentavam, a percepção do grau de importância e do grau de domínio é que foram alteradas positivamente com a implementação das tecnologias 4.0.

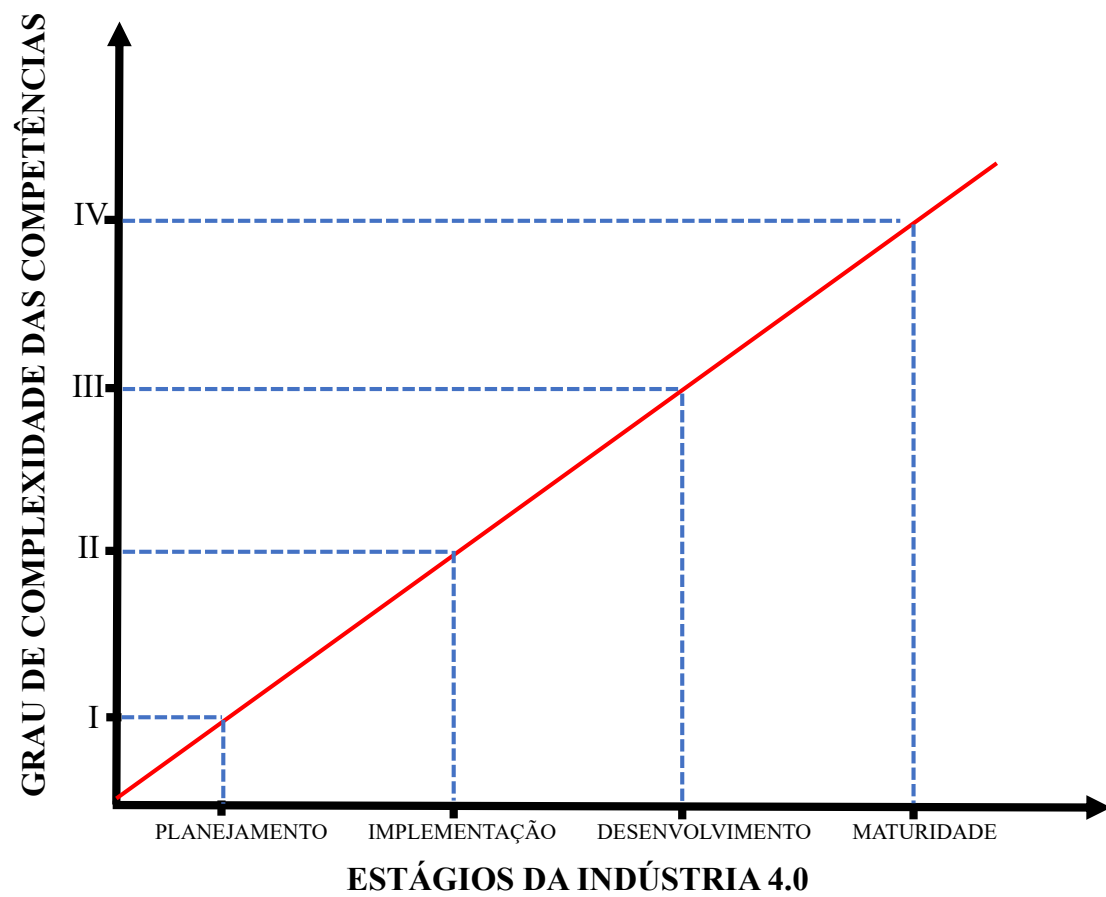
Como os participantes da pesquisa têm em média 12 anos de empresa (vide Quadro 18), foi possível traçar o antes e depois da implementação da Indústria 4.0 na Empresa A. Durante a entrevista foi possível notar que os entrevistados entendem o advento da Indústria 4.0 como um divisor de águas na empresa, principalmente em termos do aparato tecnológico disponibilizado e significativos ganhos de produtividade mencionados. Evidente que o aprendizado adquirido nos anos precedentes foram fundamentais para que as mudanças e avanços ocorressem, no entanto, a percepção é de notável melhora em termos de estrutura física, processos e pessoas.

Há menções por parte dos entrevistados de que a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 possibilitou melhor incorporação das pessoas nos processos, permitindo que atuassem de forma estratégica em projetos, melhorias e desenvolvimento de tecnologias em prol da Empresa A. Ademais, há atuação na causa raiz do problema com dados em tempo real – o que contribui para uma tomada de decisão assertiva e tempestiva. Esses fatos corroboram com a notória relação entre Indústria 4.0 e Competências Individuais.

Destaca-se também que a liderança tem papel propulsor na promoção da Indústria 4.0, uma vez que atua como motivador e direcionador neste caminho da mudança rumo à incorporação de novas formas de trabalho. Os resultados dessa mudança para a Indústria 4.0 também são inquestionáveis e vão desde a recepção da matéria-prima utilizando tecnologias até o contato com cliente no pós-venda, além disso, a eficiência da fábrica, redução de sucatas e lucratividade foram pontos levantados durante a coleta de dados.

**Outrossim, a observação não participante viabilizou a identificação do estágio de desenvolvimento da Empresa A na Indústria 4.0 e, confrontando com as demais fontes de coleta de dados, constatou-se que à medida que a Empresa A avança nos estágios da Indústria 4.0, as competências individuais também se aperfeiçoam. Dutra (2016) apresenta esse fato como níveis de complexidade das competências, que significa o que é exigido do indivíduo pelo “impacto no contexto de decisões ou ações da pessoa; pelo nível de atuação, abrangência da atuação e/ou escopo da responsabilidade” (DUTRA, 2016, p. 30). Ou seja, à medida em que é exigido mais do indivíduo em sua atuação, há avanço nos graus de complexidade de competências. De forma paralela, a relação entre Indústria 4.0 e Competências Individuais pode ser refletida com base na**

Figura 16 - Relação entre Indústria 4.0 e Competências Individuais



Fonte: elaborado pela autora com base em Dutra (2016, p. 29) e IEL (2017).

Como apresentado pela

, conforme há o avanço acerca dos estágios de implementação da Indústria 4.0, cada competência tender a aumentar em termos de grau de complexidade – fato que foi observado principalmente com a similaridade das respostas obtidas pelo questionário e entrevista, além dos resultados provenientes do diário de campo e observação não participante, que evidenciam um ambiente organizacional mais complexo, novas formas de trabalho e conseqüente avanço e entendimento dos processos organizacionais. Como conseqüência desses fatos, há evolução acerca das competências individuais.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nesta seção, apresentam-se as considerações finais desta Tese no que tange ao atendimento aos objetivos, implicações teóricas e gerenciais e limitações e sugestões para estudos futuros.

### **5.1 Atendimento aos objetivos**

O presente estudo teve como objetivo geral discutir as relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais. Para isso, esta Tese de Doutorado foi organizada de forma que viabilizasse esta discussão e contribuísse para os meios acadêmico e gerencial apresentando a realidade das organizações acerca da temática de Indústria 4.0 e Competências Individuais.

Sendo assim, os objetivos específicos deste estudo foram traçados pensando no impacto que gerariam e na forma como poderiam ser viabilizados, houve a intenção da autora em partir de conceitos gerais para conceitos específicos e, na seqüência, dar

margem para que novos conhecimentos sejam explorados no futuro. Isto posto e diante dos objetivos geral e específicos traçados afirma-se que foram exitosos e trouxeram contribuições, conforme segue:

Inicialmente, o primeiro objetivo específico buscou *a) Identificar quais são as Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0*. A fim de atingir este objetivo específico, optou-se por realizar dois estudos que contemplassem de forma independente as duas principais variáveis desta Tese: Indústria 4.0 e Competências Individuais. Assim, foram realizados os artigos 1 e 2 (vide seção 2. REFERENCIAL TEÓRICO), na sequência, de posse do entendimento de tendências dessas duas variáveis, bem como aprofundamento no tema, discussões e oportunizando ainda mais o interesse da autora acerca de temática, foi então realizado o artigo 3 no intuito de então identificar quais são as Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0.

Dessa forma, foram identificadas as seguintes Competências Individuais no contexto da Indústria 4.0: Flexibilidade e Adaptabilidade; Aprendizagem contínua; Iniciativa e Disposição; Resiliência; Liderança; Comunicação; Pensamento sistêmico; Planejamento; Resolução de problemas; Tomada de decisão; Inovação e Criatividade. Nota-se, portanto, que se alcançou este objetivo com a identificação de quais são essas Competências Individuais.

No entanto, dada inquietação e necessidade de explicar como essas Competências Individuais se apresentavam no contexto da Indústria 4.0, foi então realizado o artigo 4 do Referencial Teórico a fim de entender como são debatidas, dessa forma, houve o aprofundamento e discussão de cada competência individual identificada, fato que proporcionou robustez para a aplicação da pesquisa.

Na sequência, com os objetivos específicos: *b) Analisar eventuais mudanças em termos de grau de domínio e grau de importância das Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0* e *c) Apresentar objetivos e resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 e relação com Competências Individuais*, foi realizado um estudo de caso que permitiu a combinação da abordagem teórica de Indústria 4.0 e Competências Individuais à prática organizacional.

A partir do estudo de caso realizado, tornou-se viável responder que há mudanças positivas em termos de grau de domínio e grau de importância das competências individuais no cenário da Indústria 4.0, além de apresentar otimismo por parte dos participantes da pesquisa ao realizarem a análise antes e depois da implementação das tecnologias 4.0 – fato que foi bastante engrandecedor para essa Tese uma vez que os

participantes tem, em média, 12 anos de empresa então foi possível ter uma análise fidedigna da empresa antes e depois da implementação da Indústria 4.0.

A utilização concomitante dos meios de coleta de dados (questionário, entrevista, diário de campo e observação não participante) propiciou responder quais são os objetivos, resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 e relação com Competências Individuais. Com relação aos objetivos de se implementar a Indústria 4.0 observou-se que a Empresa A se dedica a estar à frente dos concorrentes, sendo utilizada como *benchmarking* em seu setor, além de objetivar entregar agilidade em seus processos, garantir vantagem competitiva no mercado. Acerca dos resultados e benefícios viabilizados, destaca-se significativos ganhos de produtividade, erradicação de reclamações por parte de clientes, aumento da lucratividade, controle de custos, informação precisa e tempestiva e incorporação das pessoas no processo de forma estratégica.

Além disso, o estudo de caso abriu margem para interpretação de que à medida em que há o avanço acerca dos estágios de implementação da Indústria 4.0, cada competência tender a aumentar em termos de grau de complexidade, uma vez que o ambiente organizacional se tornando mais complexo, há uma demanda maior de entregas por parte das pessoas – portanto, há evolução acerca das competências individuais.

## **5.2 Implicações teóricas e gerenciais**

Esta Tese de Doutorado foi alicerçada no fato de que a pesquisa é composta de contínuas etapas condicionadas por ampla reflexão, desenvolvimento e melhorias. Com isso, os resultados deste estudo implicam e contribuem para os meios acadêmico e gerencial no que tange principalmente à reprodutibilidade da pesquisa, uma vez que permite a reprodução da pesquisa em cenários de empresas que estejam em fase de planejamento, implementação, desenvolvimento e maturação das tecnologias da Indústria 4.0 e que também desejam analisar as competências investigadas por esta Tese ou outras competências.

Este estudo teve acesso a uma empresa que passou pelas etapas de planejamento, e implementação das tecnologias da Indústria 4.0 e está em fase desenvolvimento com objetivo de chegar até a maturação dessas tecnologias. Sendo assim, foi feita uma análise do processo produtivo e contemplou também aspectos da Gestão de Pessoas – com o recorte da temática de Competências Individuais – pode-se afirmar, portanto, que foi feita



uma análise ampla de aspectos tácitos, subjetivos e complexos da organização do trabalho.

Fato que pode ser justificado com base no construto teórico consistente realizado – o Referencial Teórico – que inicialmente apresentou aspectos gerais da Indústria 4.0 e Competências e, posteriormente, identificou e aprofundou-se em cada competência realizando a relação entre Indústria 4.0 e Competências Individuais apresentando características, desdobramentos e tendências. Dessa forma, foi possível sustentar o método de pesquisa proposto bem como propor e realizar uma análise transversal que permitiu verificar o antes e depois da implementação das tecnologias da Indústria 4.0.

Acerca do método de pesquisa notou-se a consolidação de um método apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa e que pode ser reproduzido em outros estudos, além de ser de fácil entendimento pelos participantes da pesquisa – desde o nível operacional, até os níveis tático e estratégico – ou seja, o método de pesquisa pode ser aplicável a outros cenários e em qualquer nível organizacional em virtude da facilidade de entendimento por parte das pessoas. Esta condição pode ser atestada pelo fato de que em nenhum momento houve dificuldade do entendimento e/ou interpretações dúbias por parte dos participantes desta pesquisa. O que houve foi clareza, objetividade, compreensão dos conceitos que foram tratados.

Sendo assim, destaca-se que as implicações teóricas e gerenciais desta Tese são pautadas na replicabilidade do estudo a partir de um método de pesquisa transversal e estruturado em uma base teórica consistente e de entendimento acessível aos mais diversos níveis e cenários organizacionais. Ademais, inicialmente foi realizado um arcabouço teórico de modo que sustentasse a metodologia de pesquisa e apresentasse o estado da arte da temática associando Indústria 4.0 e Competências Individuais, assim, as principais contribuições da Tese podem ser elencadas da seguinte forma: Construto teórico fundamentado; Metodologia replicável a diferentes cenários organizacionais; Identificação de quais são as Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0; Análise de eventuais mudanças em termos de grau de domínio e grau de importância das Competências Individuais no cenário da Indústria 4.0; e Apresentação dos objetivos e resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 e relação com Competências Individuais.

### **5.3 Limitações e sugestões para pesquisas futuras**

Apesar do evidente esforço teórico e prático apresentados, apontam-se algumas limitações do estudo: inicialmente, antes do Exame de Qualificação, atribuiu-se às Competências Individuais a nomenclatura de Competências Operacionais – termo utilizado por alguns artigos internacionais “*operator*” – seguindo orientação da banca, passou-se a utilizar o termo de Competências Individuais. No entanto, já haviam sido enviados artigos para publicação, por esse motivo, não foi possível realizar alteração desses termos principalmente no Referencial Teórico desta Tese – que foram compostos pelos artigos publicados.

Outra limitação do estudo foi a dificuldade de acesso às empresas que utilizam tecnologias da Indústria 4.0. Conforme foi sinalizado na seção de Metodologia deste estudo foram contatadas 15 empresas, das quais apenas 5 retornaram o contato. Das cinco empresas que retornaram o contato desejando mais detalhes para analisarem a viabilidade de participação na pesquisa, apenas 3 empresas se disponibilizaram participar. Porém, dessas 3 empresas, 2 disseram que não permitiriam visitas às instalações por conta das normas internas de sigilo das operações e somente participariam da análise de competências. Sendo assim, para assegurar a qualidade do estudo e o cumprimento do protocolo de pesquisa, decidiu-se por não seguir com essas duas empresas. Dessa forma, apenas uma empresa se dispôs a participar integralmente da pesquisa – permitindo visita técnica e entrevista com os funcionários. No entanto, não houve a possibilidade, por exemplo, de entrevista a pelo menos um representante da área de Gestão de Pessoas, foram entrevistadas pessoas ligadas à área de Produção.

Além disso, não se trata de um estudo representativo em termos estatísticos, uma vez que se optou por não realizar uma pesquisa quantitativa por uma possibilidade de não haver fidedignidade com a realidade das empresas, poderia, por exemplo, ter enviado um questionário estruturado, mas acredita-se que não seria mensurada a realidade em profundidade. Sendo assim, em virtude de Indústria 4.0 ser um movimento recente, optou-se por uma metodologia qualitativa, descritiva e a partir de um estudo de caso explicar ligações causais, descrever o contexto, fazer uma avaliação descritiva e explorar situações como foi feito.

No entanto, considera-se que as limitações elencadas não impactaram de forma negativa a qualidade desta Tese de Doutorado. Pelo contrário, podem servir para trabalhos futuros nesta temática. Por fim, sugere-se como pesquisas futuras prosseguir com estudos de natureza quantitativa e qualitativa a medida em que houver uma compreensão maior dos movimentos da Indústria 4.0 relacionados às Competências Individuais, usando esses

mesmos instrumentos e técnicas de pesquisa ou aprimorando-os, além de explorar a temática no que tange aos objetivos de negócio, tecnologias, estratégias organizacionais e estágios de maturidade da Indústria 4.0 nas organizações, bem aprofundar pesquisas acerca da relação entre grau de complexidade de competências e Indústria 4.0.

No intuito de traçar recomendações desta Tese a outros pesquisadores e/ou empresas que ambicionam seguir na temática de Indústria 4.0 e Competências Individuais, sugere-se que seja observado o estágio da Indústria 4.0 em que a empresa está, a relação que se tem e quais são as Competências Individuais predominantes na organização a fim de entender a associação dessas duas variáveis e traçar possíveis planos de ação para melhorias e/ou acompanhamento. Um cuidado a ser tomado é o entendimento do grau de importância e de domínio das competências individuais para as pessoas da organização, uma vez que a pesquisa demonstrou que existe uma relação do entendimento dos novos processos de trabalho na Indústria 4.0 e das Competências Individuais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVOGARO, M. (2019). The Highest Skilled Workers of Industry 4.0: New Forms of Work Organization for New Professions: a Comparative Study. *E-Journal of International and Comparative*, v. 8, n. 1, p. 29-50.
- ABELE, Eberhard *et al.* Learning factories for future oriented research and education in manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, v. 66, n. 2, p. 803–826, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2017.05.005>>.
- ACETO, Giuseppe; PERSICO, Valerio; PESCAPÉ, Antonio. A Survey on Information and Communication Technologies for Industry 4.0: State-of-the-Art, Taxonomies, Perspectives, and Challenges. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, v. 21, n. 4, p. 3467–3501, 2019.
- ADAMIK, Anna. Creating a Competitive Advantage in the Age of Industry 4.0. *Problemy Zarzadzania*, v. 2/2019, n. 82, p. 13–31, 2019.
- APPLEYARD, Melissa M.; CHESBROUGH, Henry W. The Dynamics of Open Strategy: From Adoption to Reversion. *Long Range Planning*, v. 50, n. 3, p. 310–321, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2016.07.004>>.
- ARBIX, Glauco *et al.* Made in China 2025 and Industrie 4.0: The difficult Chinese transition from catching up to an economy driven by innovation. *Tempo Social*, v. 30, n. 3, p. 143–170, 2018.
- BATZ, Aglaya; KUNATH, Martin; WINKLER, Herwig. *LogForum*. v. 14, n. 3, p. 387–405, 2018.
- BENDUL, Julia C.; BLUNCK, Henning. The design space of production planning and control for industry 4.0. *Computers in Industry*, v. 105, p. 260–272, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.10.010>>.
- BORDELEAU, Fanny Eve; MOSCONI, Elaine; DE SANTA-EULALIA, Luis Antonio. Business intelligence and analytics value creation in Industry 4.0: a multiple case study in manufacturing medium enterprises. *Production Planning and Control*, v. 31, n. 2–3, p. 173–185, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631458>>.
- BOTHA, A. P. Innovating for market adoption in the fourth industrial revolution. *South African Journal of Industrial Engineering*, v. 30, n. 3, p. 187–198, 2019.
- BÜCHI, Giacomo; CUGNO, Monica; CASTAGNOLI, Rebecca. Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 150, n. October 2019, p. 119790, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>>.
- BRANDÃO, H. P. Mapeamento de Competências: ferramentas, exercícios e aplicações em Gestão de Pessoas. São Paulo: Atlas, 2020.
- CARMEN LUCAS-ESTAN, M. *et al.* Emerging trends in hybrid wireless communication and data management for the industry 4.0. *Electronics (Switzerland)*, v. 7, n. 12, 2018.
- CARUSO, Loris. Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes? *AI and Society*, v. 33, n. 3, p. 379–392, 2018.
- CHEN, Chun Liang. Value Creation by SMEs Participating in Global Value Chains under Industry 4.0 Trend: Case Study of Textile Industry in Taiwan. *Journal of Global Information Technology Management*, v. 22, n. 2, p. 120–145, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1097198X.2019.1603512>>.
- CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. São Paulo: Grupo A, 2021.

- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Comissão de Ética**. 2019. Disponível em: <http://memoria.cnpq.br/apresentacao>. Acesso em 30/05/2022
- DAEMMRICH, Arthur. Invention, Innovation Systems, and the Fourth Industrial Revolution. *Technology & Innovation*, v. 18, n. 4, p. 257–265, 2017.
- DALENOGARE, Lucas Santos *et al.* The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, v. 204, n. July, p. 383–394, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>>.
- Dean, M., & Spoehr, J. (2018). The fourth industrial revolution and the future of manufacturing work in Australia: challenges and opportunities. *Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work*, v. 28, n. 3, p. 166-181.
- DORNEANU, Bogdan *et al.* Big data and machine learning: A roadmap towards smart plants. *Frontiers of Engineering Management*, 31 ago. 2022.
- DORNELLES, Jéssica de Assis; AYALA, Néstor F.; FRANK, Alejandro G. Smart Working in Industry 4.0: How digital technologies enhance manufacturing workers' activities. *Computers and Industrial Engineering*, v. 163, 1 jan. 2022.
- DRAKAKI, Maria *et al.* Machine Learning and Deep Learning Based Methods Toward Industry 4.0 Predictive Maintenance in Induction Motors: A State of the Art Survey. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 15, n. 1, p. 31–57, 2022.
- DUTRA, J. S.- **Competências: Conceitos, instrumentos e experiências**. São Paulo, Atlas, 2016.
- DUTRA, J. S., COMINI, G.M.- Competência como base para a gestão estratégica de pessoas (Capítulo 5) in: AMORIM, W. A.C.; FISCHER, A.L.; EBOLI, M.; MORAES, F.C.C. **Educação corporativa: Fundamentos, Evolução e Implantação de Projetos**. São Paulo, Atlas, 2010.
- ENKEL, Ellen *et al.* Exploratory and exploitative innovation: To what extent do the dimensions of individual level absorptive capacity contribute? *Technovation*, v. 60–61, n. August 2015, p. 29–38, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2016.08.002>>.
- Erdogan, M., Ozkan, B., Karasan, A., & Kaya, I. (2017) Selecting the Best Strategy for Industry 4.0 Applications with a Case Study. *Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era*, p. 109-119.
- FERREIRA, Patricia I. **Série MBA - Gestão de Pessoas - Clima Organizacional e Qualidade de Vida no Trabalho**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013.
- FISCHER, A. L.; DUTRA, J. S.; NAKATA, L. E.; RUAS, R. Absorção do conceito de competência em gestão de pessoas: a percepção dos profissionais e as orientações adotadas pelas empresas. In: DUTRA, J. S.; FLEURY, M. T. L.; RUAS, R. L. (Orgs.). **Competências: conceitos, métodos e experiências**. São Paulo: Atlas, 2013.
- FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 5, p. 183-196, 2001.
- Fleury, A., & Fleury, M. T. L. (2000). *Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira*. São Paulo: Atlas.
- FRANK, Alejandro; DALENOGARE, Lucas; AYALA, Néstor. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, v. 210, n. September 2018, p. 15–26, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>>.
- GARFIELD, Eugene; SOREN, Paris; WOLFGANG, Stock. HistCite TM: A software

tool for informetric analysis of citation linkage. *Information – Wissenschaft und Praxis*, v. 57, n. 8, p. 391–400, 2006.

GERLITZ, Laima. International Centre for Entrepreneurship Research.

*ENTREPRENEURSHIP AND SUSTAINABILITY ISSUES*, v. 4, n. 2, p. 220–227, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Grupo GEN, 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. São Paulo: Grupo GEN, 2021.

GHOBAKHLOO, Morteza. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 29, n. 6, p. 910–936, 2018.

GRIGORIOU, Konstantinos; ROTHÄRMEL, Frank. ORGANIZING FOR KNOWLEDGE GENERATION: INTERNAL KNOWLEDGE NETWORKS AND THE CONTINGENT EFFECT OF EXTERNAL KNOWLEDGE SOURCING.

*Strategic Management Journal*, v. 1154, n. March, p. 1–43, 2017.

Golan, M., Cohen, Y., & Singer, G. (2019). A framework for operator – workstation interaction in Industry 4.0. *International Journal of Production Research*. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1639842>>.

Gotz, M. (2019). *The Industry 4.0 Induced Agility and New Skills in Clusters*, Foresight and STI Governance, v. 13, n. 2, p. 72-83.

Hacklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *6<sup>th</sup> CIRP Conference on Learning Factories*, v. 54, p. 1-6.

HAIR JR., Joseph F; BABIN, Barry; MONEY, Arthur H; SAMOUEL, Phillip.

**Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAHN, Gerd J. Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. *International Journal of Production Research*, v. 58, n. 5, p. 1425–1441, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/00207543.2019.1641642>>.

HEYNICKE, Ralf *et al.* IO-Link Wireless enhanced factory automation communication for Industry 4.0 applications. *Journal of Sensors and Sensor Systems*, v. 7, n. 1, p. 131–142, 2018.

HETTIARACHCHI, Biman Darshana; SEURING, Stefan; BRANDENBURG, Marcus. Industry 4.0-driven operations and supply chains for the circular economy: a bibliometric analysis. *Operations Management Research*, 2022.

HOCHMAN, Bernardo; NAHAS, Fabio Xerfan; FILHO, Renato Santos de Oliveira; FERREIRA, Lydia Masako. Desenhos de Pesquisa. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 20, n. 2, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-86502005000800002>>

JÄNICKE, Lutz. Secure communication for Industrie 4.0: A multi-stakeholder problem. *At-Automatisierungstechnik*, v. 67, n. 5, p. 364–371, 2019.

KAPLAN, Andreas; HAENLEIN, Michael. Siri, Siri, in my hand: Who’s the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, v. 62, n. 1, p. 15–25, 2019. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>>.

Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Securing the Future of German

- Manufacturing Industry; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group, *Forschungsunion*, 2013.
- KASAPOGLU, Özlem. Leadership and Organization for the Companies in the Process of Industry 4.0 Transformation. *International Journal of Organizational Leadership*, v. 7, n. 3, p. 300–308, 2018.
- KAZANCOGLU, Yigit; OZKAN-OZEN, Yesim Deniz. Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. *Journal of Enterprise Information Management*, v. 31, n. 6, p. 891–907, 2018.
- KIEL, Daniel *et al.* Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. [S.l: s.n.], 2017. v. 21.
- KUNST, Rafael *et al.* Improving devices communication in Industry 4.0 wireless networks. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 83, n. May, p. 1–12, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.04.014>>.
- Kusmin, K. L., Tammets, K., & Ley, T. (2018) University-industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, n. 38, p. 28-45.
- LALIC, Bojan; RAKIC, Slavko; MARJANOVIC, Ugljesa. Use of industry 4.0 and organisational innovation concepts in the Serbian textile and apparel industry. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, v. 27, n. 3, p. 10–18, 2019.
- LAUDANTE, Elena. Industry 4.0, Innovation and Design. A new approach for ergonomic analysis in manufacturing system. *Design Journal*, v. 20, n. sup1, p. S2724–S2734, 2017. Disponível em: <<http://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352784>>.
- LE BOTERF, G. De la compétence - essai sur un attracteur étrange. In: **Les éditions d'organisations**. Paris: Quatrième Tirage, 1995.
- Le Boterf, G. (2003). *Desenvolvendo a competência dos profissionais*. Porto Alegre: Artmed.
- LEGAT, Christoph; VOGEL-HEUSER, Birgit. A configurable partial-order planning approach for field level operation strategies of PLC-based industry 4.0 automated manufacturing systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 66, n. May, p. 128–144, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.engappai.2017.06.014>>.
- LEITE, Mário; PINTO, Telmo; ALVES, Cláudio. A real-time optimization algorithm for the integrated planning and scheduling problem towards the context of industry 4.0. *FME Transactions*, v. 47, n. 4, p. 775–781, 2019.
- LELE, Uma; GOSWAMI, Sambuddha. The fourth industrial revolution, agricultural and rural innovation, and implications for public policy and investments: a case of India. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, v. 48, n. February, p. 87–100, 2017.
- LENARČIČ, B. Rethinking competencies of the european information-communication sector's workforce in the context of industry 4.0: The case of Slovenia [Preispitivanje kompetencija radne snage u okviru evropskog informaciono-komunikacionog sektora u kontekstu industrij. *Sociologija*, v. 61, n. 4, p. 585–598, 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078853026&doi=10.2298%2FSOC1904585L&partnerID=40&md5=4af434b928a5624f254a47c78f85cf6d>>.
- LENART-GANSINIEC, Regina. Organizational Learning in Industry 4.0. *Problemy Zarzadzania*, v. 2/2019, n. 82, p. 96–108, 2019.
- LEYDESDORFF, Loet; ETZKOWITZ, Henry. Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations. *Science and Public Policy*, v. 23, n. 5, p. 279–286, 1996.

- LI, Mingxing *et al.* Graduation-inspired synchronization for industry 4.0 planning, scheduling, and execution. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 64, p. 94–106, 1 jul. 2022.
- LIBONI, L. B., CEZARINO, L. O., JABBOUR, C. J. C., OLIVEIRA, B. G., & STEFANELLI, N. O. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 24, n. 1, p. 124-146.
- LIAO, Yongxin *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, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>>.
- LONG, Fei; ZEILER, Peter; BERTSCHE, Bernd. Realistic modelling of flexibility and dependence in production systems in Industry 4.0 for analysing their productivity and availability. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, v. 232, n. 2, p. 174–184, 2018.
- LONGO, Francesco; NICOLETTI, Letizia; PADOVANO, Antonio. Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context. *Computers and Industrial Engineering*, v. 113, p. 144–159, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2017.09.016>>.
- LUTHRA, Sunil; MANGLA, Sachin Kumar. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 117, p. 168–179, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.04.018>>.
- MAASZ, G. J.; DARWISH, H. Towards an initiative-based industry 4.0 maturity improvement process: Master drilling as a case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, v. 29, n. 3, p. 92–107, 2018.
- MAIER, Maximilian A.; KORBEL, Jakob J.; BREM, Alexander. Innovation in supply chains - Solving the agency dilemma in supply networks by using industry 4.0 technologies. *International Journal of Communication Networks and Distributed Systems*, v. 15, n. 2–3, p. 235–247, 2015.
- MANA, Renato *et al.* The concept of the industry 4.0 in a German multinational instrumentation and control company: a case study of a subsidiary in Brazil. *Independent Journal of Management & Production*, v. 9, n. 3, p. 933, 2018.
- MARESOVA, Petra *et al.* Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*, v. 6, n. 3, p. 1–14, 2018.
- MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MARTINEZ-GONZALEZ, M., OLID, C. S., & CRESPO, J. L. (2019). Evolution of HR competences in organizations immersed in the fourth industrial revolution. *Quaderns de Psicologia*, v. 21, n. 1, p. 1-16.
- MARTINETTI, Alberto; DONGEN, Leo A.M. Evolution of safety in industry 4.0: future opportunities adopting resilience and antifragility engineering and virtual and augmented reality. *Geoingegneria Ambientale e Mineraria*, v. 2, p. 27–31, 2018.
- MASCARENHAS, Sidnei A. **Metodologia Científica**. 2 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.
- MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. São Paulo: Grupo GEN, 2016.
- MATTHYSSENS, Paul. Reconceptualizing value innovation for Industry 4.0 and the



- Industrial Internet of Things. *Journal of Business and Industrial Marketing*, v. 34, n. 6, p. 1203–1209, 2019.
- Mazali, T. (2018). From industry 4.0 to society 4.0, there and back. *AI & SOC*, v. 33, n. 3, p. 405-411.
- MEDIC, N. *et al.* Hybrid fuzzy multi attribute decision making model for evaluation of advanced digital technologies in manufacturing : Industry 4 . 0 perspective. *Advances in Production Engineering & Management*, v. 14, n. 4, p. 483–493, 2019.
- MILOŠEVIĆ, Isidora *et al.* INDUSTRY 4.0: LIMITATION OR BENEFIT FOR SUCCESS? *Serbian Journal of Management*, v. 17, n. 1, p. 85–98, 2022.
- MOEUF, Alexandre *et al.* The industrial management of SMEs in the era of Industry 4 . 0. *International Journal of Production Research*, Ver p. 4, 9, 11 e 12, v. 7543, n. September, p. 0, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>>.
- MOGOS, Radu Ioan *et al.* Technology Enhanced Learning for Industry 4.0 Engineering Education. *Revue Roumaine des Sciences Techniques Serie Electrotechnique et Energetique*, v. 63, n. 4, p. 429–435, 2018.
- MORRAR, Rabeh; ARMAN, Husam; MOUSA, Saeed. the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) a Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review*, v. 7, n. 23, p. 12–21, 2017.
- Mohelska, H.; & Sokolova, M. (2018). Management approaches for Industry 4.0 – The organizational culture perspective. *Technological and Economic Development of Economy*, v. 24, n. 6, p. 2225-2240.
- MUHURI, Pranab K.; SHUKLA, Amit K.; ABRAHAM, Ajith. Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 78, n. December 2018, p. 218–235, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>>.
- MÜLLER, Julian Marius. Business model innovation in small- and medium-sized enterprises: Strategies for industry 4.0 providers and users. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 30, n. 8, p. 1127–1142, 2019.
- MÜLLER, Julian Marius; BULIGA, Oana; VOIGT, Kai Ingo. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 132, n. September 2017, p. 2–17, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>>.
- MÜLLER, Julian Marius; DÄSCHLE, Simon. Business model innovation of industry 4.0 solution providers towards customer process innovation. *Processes*, v. 6, n. 12, p. 1–19, 2018.
- MUKHUTY, Sumona; UPADHYAY, Arvind; ROTHWELL, Holly. Strategic sustainable development of Industry 4.0 through the lens of social responsibility: The role of human resource practices. *Business Strategy and the Environment*, v. 31, n. 5, p. 2068–2081, 1 jul. 2022.
- NICOLAE, Andrei; KORODI, Adrian; SILEA, Ioan. An overview of industry 4.0 development directions in the industrial internet of things context. *Romanian Journal of Information Science and Technology*, v. 22, n. 3–4, p. 183–201, 2019.
- NIMAWAT, Dheeraj; DAS GIDWANI, Bhagwan. Challenges facing by manufacturing industries towards implementation of industry 4.0: an empirical research. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 2022.
- Nguyen, P. V., Nguyen, Q. L. H. T., Nguyen, P. T., & Huynh, V. D. B. (2019). Extended Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach in Determinants of Employees' Competencies in the Fourth Industrial Revolution. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 10, n. 4, p. 150-154.

- OBERER, Birgit; ERKOLLAR, Alptekin. Leadership 4.0: Digital Leaders in the Age of Industry 4.0. *International Journal of Organizational Leadership*, v. 7, n. 4, p. 404–412, 2018.
- PALAZZESCHI, Letizia; BUCCI, Ornella; DI FABIO, Annamaria. Re-thinking innovation in organizations in the industry 4.0 scenario: New challenges in a primary prevention perspective. *Frontiers in Psychology*, v. 9, n. JAN, p. 1–6, 2018.
- PARK, Sang Chul. The Fourth Industrial Revolution and implications for innovative cluster policies. *AI and Society*, v. 33, n. 3, p. 433–445, 2018.
- PARHI, Shreyanshu *et al.* Factors affecting Industry 4.0 adoption – A hybrid SEM-ANN approach. *Computers and Industrial Engineering*, v. 168, 1 jun. 2022.
- Pfeiffer, S. (2016). Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work. *Societies*, v. 6, n. 16, p. 1-26.
- PICCAROZZI, Michela; AQUILANI, Barbara; GATTI, Corrado. Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, v. 10, n. 10, p. 1–24, 2018.
- PISAR, Premysl; BILKOVA, Diana. Controlling as a tool for SME management with an emphasis on innovations in the context of Industry 4.0. p. 763–785, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.24136/eq.2019.035>>.
- PRODANOV, Ernani Cesar de Freitas. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RACHINGER, Michael *et al.* Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 30, n. 8, p. 1143–1160, 2019.
- Ramingwong, S., & Manopiniwes, W. (2019). Supportment for organization and management competences of ASEAN community and European Union toward Industry 4.0. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, v. 6, n. 3, p. 96-101.
- REISCHAUER, Georg. Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 132, n. December 2017, p. 26–33, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>>.
- ROCHA, Clarissa Figueredo; MAMÉDIO, Diórgenes Falcão; QUANDT, Carlos Olavo. Startups and the innovation ecosystem in Industry 4.0. *Technology Analysis and Strategic Management*, v. 31, n. 12, p. 1474–1487, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1628938>>.
- RODRIGUES, Charles; VIERA, Angel Freddy Godoy. Estudos bibliométricos sobre a produção científica da temática Tecnologias de Informação e Comunicação em bibliotecas. *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, v. 7, n. 1, p. 167, 2016.
- RUAS, Roberto. Gestão por competências: uma contribuição à perspectiva estratégica da gestão de pessoas. 2003, [S.l: s.n.], 2003.
- SALVATO, Carlo; VASSOLO, Roberto. The sources of dynamism in dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*. *Strategic Management Journal*, v. 39, n. 6, p. 1728–1752, 2017.
- SANTANA, Monica; COBO, Manuel J. What is the future of work? A science mapping analysis. *European Management Journal*, v. 38, n. 6, p. 846–862, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.emj.2020.04.010>>.
- Santos, E. F., & Benneworth, P. (2019). Makerspace for Skills Development in the Industry 4.0 Era. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 16, p. 303-315.

Santos, M. T., Vianna, A. S. V., & Le Roux, G. A. C. (2018). Programming skills in the industry 4.0: are chemical engineering students able to face new problems? *Education for Chemical Engineers*, v. 22, p. 69-76.

Schneider, P. (2018). Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. *Review of Managerial Science*, v. 12, n. 3, p. 803-848.

SCHNEIDER, Paul. *Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field*. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2018. v. 12. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11846-018-0283-2>>.

STACHOVÁ, K., PAPULA, J., STACHO, Z., & KOHNOVÁ, L. (2019). External Partnerships in Employee Education and Development as the Key to Facing Industry 4.0 Challenges. *Sustainability*, v. 11, n. 345, p. 1-19.

SIMON, Janos *et al.* Mass customization model in food industry using industry 4.0 standard with fuzzy-based multi-criteria decision making methodology. *Advances in Mechanical Engineering*, v. 10, n. 3, p. 1–10, 2018.

SHAMIN, S.; CANG, S.; YU, H.; LI, Y. Examining the Feasibilities of Industry 4.0 for the Hospitality Sector with the Lens of Management Practice. **Energies**, v. 10, p. 1-19, 2017.

SLON, Christopher; PANDEY, Vijitashwa; KASSOUMEH, Sam. Mixture Distributions in Autonomous Decision-Making for Industry 4.0. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, v. 12, n. 2, p. 135–147, 2019.

SONY, Michael; MEKOTH, Nandakumar. Employee adaptability skills for Industry 4.0 success: a road map. *Production and Manufacturing Research*, v. 10, n. 1, p. 24–41, 2022.

SOTO, J. A.; TAVAKOLIZADEH, F.; GYULAI, D. An online machine learning framework for early detection of product failures in an Industry 4.0 context. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, v. 32, n. 4–5, p. 452–465, 2019.

SOUZA, Marina Teixeira De. *Anúncios Orgânicos e Patrocinados: estudo sobre intenção de compra online e comportamento visual*. 2018. 1–109 f. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-28032018-153527/pt-br.php>>.

SOUZA, Marina Teixeira; SANTOS, Fernando César Almada. Competências Operacionais e Industria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, v. 12, n. 2, p. 264–288, 2020.

Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., & Kohnová, L. (2019). External Partnerships in Employee Education and Development as the Key to Facing Industry 4.0 Challenges. *Sustainability*, v. 11, n. 345, p. 1-19.

SUNG, Tae Kyung. Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 132, n. October 2017, p. 40–45, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>>.

SYAM, Niladri; SHARMA, Arun. Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial Marketing Management*, v. 69, n. December, p. 135–146, 2018.

TORTORELLA, Guilherme Luz *et al.* Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. *International Journal of Production Economics*, v. 219, n. June 2019, p. 284–294, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.06.023>>.

Thomson Reuters (2019). *Web of Science*. Disponível em:

<[http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&SID=2BRswZfdkWZOpJ6vAUB&preferencesSaved=>](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=2BRswZfdkWZOpJ6vAUB&preferencesSaved=>). Acesso em 12 nov. 2019.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *Supply Chain Forum*, v. 14, n. 2, p. 207–222, 2003.

Trompisch, P. (2017). The implications of Industry 4.0 on the future of work.

*Elektrotechnik & Informationstechnik*, v. 134, n. 7, p. 370–373.

TSAI, Wen Hsien. Green production planning and control for the textile industry by using mathematical programming and industry 4.0 techniques. *Energies*, v. 11, n. 8, 2018.

TSAI, Wen Hsien; CHU, Po Yuan; LEE, Hsiu Li. Green activity-based costing production planning and scenario analysis for the Aluminum-Alloy Wheel industry under Industry 4.0. *Sustainability (Switzerland)*, v. 11, n. 3, 2019.

TSAI, Wen Hsien; LAI, Shang Yu. Green production planning and control model with ABC under industry 4.0 for the paper industry. *Sustainability (Switzerland)*, v. 10, n. 8, 2018.

TSAI, Wen Hsien; LU, Yin Hwa. A framework of production planning and control with carbon tax under industry 4.0. *Sustainability (Switzerland)*, v. 10, n. 9, 2018.

UNGERMAN, Otakar; DĚDKOVÁ, Jaroslava. Marketing innovations in Industry 4.0 and their impacts on current enterprises. *Applied Sciences (Switzerland)*, v. 9, n. 18, 2019.

UNGERMAN, Otakar; DEDKOVA, Jaroslava; GURINOVA, Katerina. the Impact of Marketing Innovation on the Competitiveness of Enterprises in the Context of Industry 4.0. *Journal of Competitiveness*, v. 10, n. 2, p. 132–148, 2018a.

UNGERMAN, Otakar; DEDKOVA, Jaroslava; GURINOVA, Katerina. The Impact of Marketing Innovation on the Competitiveness of Enterprises in the Context of Industry 4.0. *Journal of Competitiveness*, v. 10, n. 2, p. 132–148, 2018b.

UYS, J.; WEBBER-YOUNGMAN, R. A 4.0D leadership model postulation for the Fourth Industrial Revolution relating to the South African mining industry. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, v. 119, n. 10, p. 793–800, 2019.

VILLALBA-DIEZ, Javier *et al.* Characterization of industry 4.0 lean management problem-solving behavioral patterns using EEG sensors and deep learning. *Sensors (Switzerland)*, v. 19, n. 13, 2019.

VOSS, C.A., TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M., Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WATSON, Rosina *et al.* Harnessing Difference: A Capability-Based Framework for Stakeholder Engagement in Environmental Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, v. 35, n. 2, p. 254–279, 2018.

XU, Li Da; XU, Eric L; LI, Ling. Industry 4 . 0 : state of the art and future trends. v. 7543, 2018.

YIN, Yong; STECKE, Kathryn E.; LI, Dongni. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 1–2, p. 848–861, 2018. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>>.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre:

Bookman, 2010.

YIN, Robert K. **Pesquisa Qualitativa do Início ao Fim**. São Paulo: Grupo A, 2016.

ZARIFIAN, P. **Objetivo competência**: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.

ZAUSKOVA, Anna *et al.* CURRENT STATE AND PREDICTION OF THE FUTURE OF DIGITIZATION AS A PART OF INDUSTRY 4.0. *Serbian Journal of*

*Management*, v. 17, n. 1, p. 111–123, 2022.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A: PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO

O Protocolo de Estudo de Caso tem como objetivo delinear esta tese de Doutorado intitulada “Relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais”, desenvolvida por Marina Teixeira de Souza, sob orientação do Prof. Dr. Fernando César Almada Santos na Universidade de São Paulo (USP), campus da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC).

Os procedimentos para coleta e análise dos dados são apresentados a seguir com a finalidade de garantir confiabilidade e validade da pesquisa. Neste estudo, os instrumentos de pesquisa foram enviados pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) a fim de avaliar e acompanhar os aspectos éticos da pesquisa. Acerca da confidencialidade dos dados coletados, foram firmados termos para assegurar o sigilo necessário, sem que nenhuma informação, menção e/ou denominação da empresa e pessoas aparecessem. A aprovação do parecer do Comitê de Ética está disponível no apêndice desta pesquisa.

COMPONENTES DA PESQUISA	DETALHAMENTO
<b>Objetivos da Pesquisa</b>	<p>Objetivo geral: Discutir as relações entre promoção da Indústria 4.0 e Competências Individuais.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Realizar uma análise da produção científica internacional na temática de Indústria 4.0 a fim de explorar características, desdobramentos e tendências;</li> <li>Realizar uma análise da produção científica mundial na temática de Competências nos últimos cinco anos a fim de obter o que há de mais recente na temática e relacionar aos conceitos já amplamente debatidos;</li> <li>Identificar estudos na temática de Competências Operacionais e Indústria 4.0 a fim de mapear as Competências Operacionais recorrentes nos estudos;</li> <li>Analisar a integração das Competências Operacionais e Indústria 4.0 a fim de entender como as Competências Operacionais identificadas são debatidas no contexto da Indústria 4.0;</li> <li>Realizar estudos quantitativos e/ou qualitativos em empresas a fim de obter resultados acerca da percepção das Competências Operacionais na promoção da Indústria 4.0.</li> </ol>
<b>Critérios de seleção da(s) empresa(s)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Empresas de médio e grande portes porque são mais propensas a utilizarem tecnologias 4.0;</li> <li>Utilização de tecnologias da Indústria 4.0, seguindo o objetivo deste estudo;</li> <li>Processo de manufatura em conformidade com a sugestão da banca de exame de qualificação desta tese;</li> <li>Localização em um raio de 500km da pesquisadora, em virtude da limitação de recursos (orçamento e tempo) disponíveis.</li> </ol>

<p><b>Referencial Teórico</b></p>	<p>Foram realizados e publicados quatro estudos para contemplar o referencial teórico desta pesquisa.</p> <p>Indústria 4.0:</p> <p>- Análise da Produção Mundial na temática de Indústria 4.0 de 1990 até 2020 Publicado na GEPROS – v.16, n.2, 2021 &lt;<a href="https://doi.org/10.15675/gepros.v16i2.2783">https://doi.org/10.15675/gepros.v16i2.2783</a>&gt;</p> <p>- Integração entre Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura no período de 2011 até 2020 Publicado na revista Empreendedorismo, Gestão e Negócios - v. 11, n. 1, 2022 &lt;<a href="http://ojs.fatece.edu.br/index.php/gestao-inovacao-empendedorismo/article/view/87">http://ojs.fatece.edu.br/index.php/gestao-inovacao-empendedorismo/article/view/87</a>&gt;</p> <p>Competências:</p> <p>- Análise da Produção Mundial na temática de Competências de 2017 até 2021 Publicado nos anais do Simpósio de Excelência em Tecnologia e Gestão SEGET: &lt;<a href="https://www.aedb.br/seget/Revista_Seget_2021.pdf">https://www.aedb.br/seget/Revista_Seget_2021.pdf</a>&gt;</p> <p>- Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura Publicado na Future Journal, v. 12, n. 2, 2020 &lt;<a href="https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.499">https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.499</a>&gt;</p>
<p><b>Procedimentos para a coleta de dados</b></p>	<p>O detalhamento dos procedimentos para coleta de dados está detalhado na tese e foram baseados em Brandão (2020), Gil (2021) e Creswell e Creswell (2021).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Questionário;</li> <li>b) Entrevista semiestruturada;</li> <li>c) Observação não participante;</li> <li>d) Diário de campo.</li> </ol>
<p><b>Procedimentos para a análise de dados</b></p>	<p>O detalhamento dos procedimentos para análise de dados está detalhado na tese e foram baseados em Gil (2021).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Criação e organização dos arquivos de dados;</li> <li>b) Definição de uma estrutura básica de análise;</li> <li>c) Seleção dos dados significativos;</li> <li>d) Organização do material;</li> <li>e) Triangulação dos dados;</li> <li>f) Exibição dos dados;</li> <li>g) Atribuição de significados.</li> </ol> <p>Foram utilizadas análises descritivas e de conteúdo.</p>
<p><b>Relatório de estudo de caso</b></p>	<p>O relatório de estudo de caso apresenta uma narrativa investigativa a fim de apontar os achados da pesquisa e viabiliza interpretações aderentes à estrutura proposta da pesquisa.</p>

## APÊNDICE B: CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Prezado Senhor(a) .....,

Estamos realizando uma pesquisa acadêmica vinculada à Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, ao Departamento de Engenharia de Produção e ao grupo de pesquisa Integração de Estratégias de Recursos Humanos e de Produção, com o objetivo estudar as consequências de práticas da Indústria 4.0 nas Competências Individuais dos colaboradores.

A pesquisa será realizada em empresas localizadas no estado de São Paulo. O estudo da Indústria 4.0 e Competências Individuais tem tido interesse exponencial por parte de pesquisadores e empresas, dada relevância da temática e reconhecimento de que há muito a ser explorado. Além disso, a partir dos resultados da pesquisa, novos estudos, práticas e discussões são viabilizadas contribuindo com as ações das empresas.

A expectativa é que a coleta de dados seja realizada entre os meses de janeiro a março de 2022, a depender da disponibilidade da empresa. A intenção é de:

- 1. Classificar a(s) empresa(s) diante dos Estágios das Gerações Digitais;
- 2. Identificar um processo a ser analisado (antes e depois da implementação de técnicas da Indústria 4.0);
- 3. Analisar as Competências Individuais dos envolvidos no processo sob três óticas: do operador, seu superior imediato e seus pares.

Ressalta-se que a participação da empresa é fundamental para o sucesso do trabalho. Destaca-se que se trata de uma pesquisa acadêmica, cujos resultados serão de uso restrito e confidencial para a confecção da tese de Doutorado e artigos científicos derivados do estudo. Sendo assim, será mantido o anonimato de todos os participantes, informações sigilosas não serão solicitadas e as informações fornecidas serão tratadas com o sigilo necessário e utilizadas de modo a não identificar a empresa.

Posteriormente será enviada à empresa uma cópia da tese de Doutorado contendo uma síntese dos principais resultados da pesquisa.

Assumimos o compromisso que somente os pesquisadores envolvidos no estudo, sendo: Marina Teixeira de Souza e Fernando César Almada Santos, terão acesso e irão analisar os dados fornecidos pelas entrevistas.



Aproveitamos a oportunidade para antecipar os agradecimentos por sua valiosa colaboração e expectativa de aceite de contribuir com a pesquisa.

Cordialmente.

**Prof. Dr. Fernando César Almada Santos**

Professor Associado do Departamento de  
Engenharia de Produção – EESC/USP

[almada@sc.usp.br](mailto:almada@sc.usp.br)

**Marina Teixeira de Souza**

Doutoranda em Engenharia de Produção –  
EESC/USP

[ts.marina@usp.br](mailto:ts.marina@usp.br)

**APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Declaro que os dados levantados durante o questionário com a aplicação entre o período compreendido entre \_\_\_\_\_ nesta empresa só serão utilizados para a pesquisa intitulada “Indústria 4.0 e Competências Individuais”, realizada pela pesquisadora Marina Teixeira de Souza, doutoranda em Engenharia de Produção na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), sob orientação do Professor Associado Fernando César Almada Santos do departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP).

Em conformidade com a Carta Circular nº 1/2021-CONEP sobre a LGPD, as informações levantadas serão utilizadas exclusivamente para realização da pesquisa. Serão questionados aspectos relacionados à percepção das Competências Individuais na promoção da Indústria 4.0 no contexto da empresa pesquisada. Os dados serão utilizados somente para execução do trabalho científico e eventuais publicações com o devido sigilo necessário, isto é, sem a identificação dos entrevistados e da empresa. Os dados coletados serão arquivados em dispositivo eletrônico local com acesso restrito da pesquisadora responsável pela pesquisa a fim assegurar o sigilo e confidencialidade necessários. Com o consentimento dos entrevistados e da empresa, as entrevistas realizadas terão os áudios gravados e salvos em formato *.mp3* com a única finalidade de oportunizar melhor riqueza de detalhes na etapa de análise de dados, bem como a realização de um diário de campo para realização de notas durante a pesquisa e observação não-participante.

Os riscos da pesquisa são inexistentes, uma vez que não há intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos. Além disso, não há qualquer identificação nem invasão à intimidade do indivíduo. Salienta-se também que o participante não será remunerado e não despenderá de gastos para participar da pesquisa. Os benefícios podem ser resumidos em aspectos práticos (novas iniciativas) e teóricos (novo material de pesquisa) em aspectos micro e macro acerca das estratégias empresariais.

Este documento será emitido em duas vias, sendo que uma delas ficará com o participante e outra com os responsáveis pela pesquisa.

Colocam-se os dados de contato do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCAR na Rua: Washington Luiz KM 235; CEP 13.565-905, São Carlos – SP; telefone (16) 3351-9685; e-mail: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br). O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Por fim, assumimos o compromisso de enviar à empresa participante um relatório com os resultados obtidos na pesquisa, caso haja interesse. Ademais, aproveitamos para agradecer a valiosa colaboração com o estudo.

**Prof. Dr. Fernando César Almada Santos**

Professor Associado do Departamento de  
Engenharia de Produção – EESC/USP

[almada@sc.usp.br](mailto:almada@sc.usp.br)

**Marina Teixeira de Souza**

Doutoranda em Engenharia de Produção –  
EESC/USP

[ts.marina@usp.br](mailto:ts.marina@usp.br)

## APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO

Foram solicitados também aspectos demográficos como: gênero, idade, escolaridade, cargo ocupado, tempo no cargo, tempo na empresa.

O questionário abaixo foi inserido no Google Formulários com acesso exclusivo da pesquisadora responsável pela pesquisa apenas com a finalidade de otimizar o processo de coleta e análise de dados.

<b>Competência analisada: Flexibilidade/Adaptabilidade</b>				
<b>Descrição da competência:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolve a mobilização de uma diversidade de conhecimentos e informações, adaptando-se a vários papéis e ajustando-se para responder adequadamente a novas estruturas organizacionais, processos, demandas ou outras modificações ambientais.</li> <li>• É flexível em lidar com mudanças, fazendo-o de forma consistente ao investir no autodesenvolvimento.</li> </ul>				
<b>ESCALA 1: Grau de Importância da Competência</b>				
1	2	3	4	5
Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e com "X":				

<b>ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho</b>				
1	2	3	4	5
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho
Assinal e com "X":				

<b>Competência analisada: Aprendizagem contínua</b>
<b>Descrição da competência:</b>

- Reconhece em seu campo de atuação agregar valor ao processo de gestão do conhecimento, atuando sistematicamente na captura, criação, disponibilização, disseminação e aplicação de conhecimentos no ambiente interno, bem como incentivando parceiros externos a gerar soluções e conhecimentos que se traduzam em resultados práticos para a organização.
- Atua com foco no autodesenvolvimento e no de seus pares.

**ESCALA 1: Grau de Importância da Competência**

	1	2	3	4	5
	Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e com "X" :					

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

	1	2	3	4	5
	Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho
Assinal e com "X" :					

**Competência analisada: Iniciativa/Disposição**
**Descrição da competência:**

- Capacidade em tomar iniciativa diante das situações profissionais ou sociais assumindo responsabilidades na tomada de decisão com o objetivo de concretizar ideias.
- Envolve também o nível de autonomia nas tomadas de decisão em que participa.

**ESCALA 1: Grau de Importância da Competência**

	1	2	3	4	5
	Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e					

com "X" :					
-----------------	--	--	--	--	--

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

1	2	3	4	5
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho

Assinal e com "X" :					
---------------------	--	--	--	--	--

**Competência analisada: Resiliência**

**Descrição da competência:**

- Capacidade de lidar com situações de conflitos, incertezas e crises e, mesmo diante das adversidades, mantém-se resiliente no trabalho, produtiva e com foco em suas demandas.

**ESCALA 1: Grau de Importância da Competência**

1	2	3	4	5
Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante

Assinal e com "X" :					
---------------------	--	--	--	--	--

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

1	2	3	4	5
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho

Assinal e com "X" :					
---------------------	--	--	--	--	--

<b>Competência analisada: Liderança</b>				
<b>Descrição da competência:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Busca constantemente seu desenvolvimento pessoal e técnico. Utiliza o conhecimento adquirido no aprimoramento de suas atividades, repassando-o aos demais integrantes no âmbito de sua atuação.</li> <li>• Atua na preparação técnica e profissional das pessoas que orienta e para a formação de equipes de alta performance, motivando-as a melhorar seu desempenho e buscar o autodesenvolvimento.</li> </ul>				
<b>ESCALA 1: Grau de Importância da Competência</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e com "X" :				

<b>ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho
Assinal e com "X" :				

<b>Competência analisada: Comunicação</b>				
<b>Descrição da competência:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmite informações e conhecimentos de forma a ser compreendido por qualquer interlocutor e em qualquer ambiente.</li> <li>• Sabe ouvir e dar feedback.</li> <li>• Utiliza de forma eficiente dos recursos de comunicação da empresa.</li> <li>• Apresenta informações de maneira clara e objetiva.</li> <li>• Mantém todos os seus pares informados com relação a resultados alcançados, novidades e melhoramentos pertinentes.</li> </ul>				
<b>ESCALA 1: Grau de Importância da Competência</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

	Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e com "X" :					

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

	1	2	3	4	5
	Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho
Assinal e com "X" :					

**Competência analisada: Pensamento sistêmico**

**Descrição da competência:**

- Tem entendimento de todo negócio, da relação entre os processos organizacionais e da clareza sobre sua agregação de valor ao negócio.
- Busca resultados, conciliando a visão de negócios nas dimensões técnica, econômica e social – em termos de qualidade, segurança, saúde, responsabilidade social, integrando pessoas e recursos existentes no ambiente interno e externo.

**ESCALA 1: Grau de Importância da Competência**

	1	2	3	4	5
	Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e com "X" :					

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



	Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho
Assinal e com "X":					

### Competência analisada: Planejamento

#### Descrição da competência:

- Relaciona-se a organização, sistematização, antecipação de tendências que facilitem o processo de decisão de líderes e gerentes.
- Disponibilização de informações e conhecimentos estruturados.
- Orientação técnica e/ou coordenação de processos e organização de trabalhos.
- Coordenação e/ou acompanhamento das atividades da área.

#### ESCALA 1: Grau de Importância da Competência

	1	2	3	4	5
	Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante
Assinal e com "X":					

#### ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho

	1	2	3	4	5
	Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho
Assinal e com "X":					

### Competência analisada: Resolução de problemas

<b>Descrição da competência:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciona-se à responsabilidade pela captação e organização sistemática de informações relativas a assuntos ou problemas, dentro de seu escopo de atuação, através de análise, comparação e identificação de relações de causa e efeito e alternativas de soluções de problema.</li> </ul>				

<b>ESCALA 1: Grau de Importância da Competência</b>				
1	2	3	4	5
Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante

Assinal e com "X" :					

<b>ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho</b>				
1	2	3	4	5
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho

Assinal e com "X" :					

<b>Competência analisada: Tomada de decisão</b>				
<b>Descrição da competência:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de situações e tomada de decisões com posicionamento e assumindo a responsabilidade.</li> <li>Disposição em assumir e perceber riscos, senso de oportunidade e mensuração de eficácia da tomada de decisão.</li> </ul>				

<b>ESCALA 1: Grau de Importância da Competência</b>				
1	2	3	4	5
Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante

Assinal e com "X" :					

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

1	2	3	4	5
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho

Assinal  
e  
com  
"X"  
:

**Competência analisada: Inovação/Criatividade****Descrição da competência:**

- Relaciona-se à gestão de processos de melhoria e inovação, desde o planejamento até sua implementação, envolvendo identificação sistemática de pontos para superação dos resultados alcançados, transformação de problemas em oportunidades, criação de múltiplas alternativas originais e seleção das mais eficazes, bem como a criação de indicadores específicos que permitam aproximar ao máximo o acompanhamento das melhorias implementadas.

**ESCALA 1: Grau de Importância da Competência**

1	2	3	4	5
Nada importante	Pouco importante	Medianamente importante	Muito importante	Extremamente importante

Assinal  
e  
com  
"X"  
:

**ESCALA 2: Grau de Domínio ou Expressão da Competência no Trabalho**

1	2	3	4	5
Não expressa a competência no trabalho	Expressa pouco a competência no trabalho	Expressa medianamente a competência no trabalho	Expressa muito a competência no trabalho	Expressa plenamente a competência no trabalho

Assinal  
e  
com  
"X"  
:

**APÊNDICE E: ROTEIRO DE ENTREVISTA**

Data: \_\_\_\_\_

Horário de início: \_\_\_\_\_

Horário de término: \_\_\_\_\_

1. Quais foram os objetivos da implementação de tecnologias da Indústria 4.0?
2. Esses objetivos foram alcançados? Explique.
3. Quando ocorreu essa mudança no processo?
4. Quais foram as operações afetadas no processo?
5. Quais foram as mudanças ocorridas?
6. Por que houve a intenção de mudança para implementação de tecnologias da Indústria 4.0?
7. Como foi conduzida a mudança para implementação de tecnologias da Indústria 4.0?
8. Houve resistência à mudança por parte dos colaboradores?
9. Quais foram os resultados e benefícios viabilizados a partir da implementação de tecnologias da Indústria 4.0?
10. Além das competências questionadas nesta pesquisa, você acrescentaria outra(s)?  
Por que?

## APÊNDICE F: APROVAÇÃO PARECER COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



Continuação do Parecer: 5.557.325

final deverá ser protocolado via notificação na Plataforma Brasil. OBSERVAÇÃO: Nos documentos encaminhados por Notificação NÃO DEVE constar alteração no conteúdo do projeto. Caso o projeto tenha sofrido alterações, o pesquisador deverá submeter uma "EMENDA".

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1922544.pdf	09/06/2022 16:22:33		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termoconsentimento_alterado_v2.pdf	09/06/2022 16:22:19	MARINA TEIXEIRA DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	tesemarinanovo.pdf	09/06/2022 16:21:52	MARINA TEIXEIRA DE SOUZA	Aceito
Outros	Carta_Resposta_versao1.pdf	09/06/2022 16:21:07	MARINA TEIXEIRA DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	tesequalificacao.pdf	07/04/2022 20:11:37	MARINA TEIXEIRA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termoconsentimento.pdf	07/04/2022 20:11:09	MARINA TEIXEIRA DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	20220406164656175.pdf	07/04/2022 19:16:14	MARINA TEIXEIRA DE SOUZA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO CARLOS, 02 de Agosto de 2022

**Assinado por:**

**Adriana Sanches Garcia de Araújo  
(Coordenador(a))**

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br