

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**RAFAELA LUISA BENDER**

**OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0**  
**NAS PRÁTICAS ADMINISTRATIVAS DO FUTURO**

**São Leopoldo**  
**2019**

RAFAELA LUISA BENDER

**OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0  
NAS PRÁTICAS ADMINISTRATIVAS DO FUTURO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Administração, pelo Curso de  
Administração da Universidade do Vale do  
Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Douglas Rafael Veit

São Leopoldo

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Para os meus pais, e irmã, que são a base de todas as minhas conquistas, inclusive essa. Obrigada pelo amor, carinho, suporte e pela paciência de sempre. Espero que eles sintam orgulho de mim assim como eu sinto orgulho deles.

Aos meus avós, que mesmo sem conseguirem estudar o quanto queriam, sempre me passaram a importância do estudo e me incentivaram em cada passo dessa jornada.

Ao meu namorado e amigas que estavam presentes durante todo o período que nem eu mesma estive disponível.

Para todos que me incentivaram e que ainda me incentivam, não chegaria tão longe sem vocês.

Ao meu orientador que me entendeu e acreditou, tanto em mim quanto na minha pesquisa, ao longo desse ano de trabalho intenso. Obrigada pela disponibilidade e pela presença em cada etapa.

Para todos professores que fizeram parte da minha jornada acadêmica.

Para todos que ainda acreditam no poder da educação.

## RESUMO

A Indústria 4.0, conhecida como a Quarta Revolução Industrial, apresenta um impacto gradativo no cenário industrial brasileiro. A chegada de uma nova revolução conduz a um cenário de mudanças com oportunidades, desafios, assim como, vantagens e desvantagens. Sendo um assunto de importância, tanto para empresas como para pesquisadores e estudantes, essa pesquisa teve como objetivo identificar quais os impactos da Indústria 4.0 nas práticas administrativas do futuro. Para alcançar esse objetivo, foram realizadas entrevistas e, coleta de questionários, com oito empresas, que foram separadas em dois grupos: empresas que adotaram inovações referente a Indústria 4.0 e empresas e Instituições que fomentam essas inovações no Brasil. Posteriormente os dados coletados foram codificados no software Atlas.ti, com o intuito de criar categorias de análise para classificar os dados dos participantes dessa pesquisa. Com isso foi possível realizar uma análise de presença, ou ausência, e a frequência de cada categoria de análise nas entrevistas realizadas e questionário coletado. Com os dados codificados foi possível realizar uma discussão dos resultados, os comparando com a literatura, e criar uma conclusão acerca dos possíveis impactos que a Indústria 4.0 acarretou nas práticas administrativas das empresas que participaram dessa pesquisa.

**Palavras-chave:** Quarta Revolução Industrial. Indústria 4.0. Práticas administrativas. Oportunidades. Desafios.

## **ABSTRACT**

The Industry 4.0, known as The Fourth Industrial Revolution, presents a gradual impact in the Brazilian industrial scenario. The arrival of a new revolution leads to a scenario of chance with opportunities, challenges, as well as advantages and disadvantages. As a matter of importance for companies, researchers and students, this research aimed to identify the impacts of Industry 4.0 on the administrative practices of the future. To achieve this objective, interviews and questionnaires were collected with eight companies, which were separated into two groups: companies that adopted innovations related to Industry 4.0 and companies and institutions that foster these innovations in Brazil. Subsequently, the data collected were coded in the Atlas.ti software, in order to create categories of analysis to classify the data of the participants of this research. With this it was possible to perform a presence or absence analysis and the frequency of each category of analysis in the interviews conducted and, in the questionnaire, collected. With the codified data it was possible to discuss the results, comparing them with the literature, and to realize a conclusion about the possible impacts that Industry 4.0 had on the administrative practices of the companies that participated in this research.

**Keywords:** The Fourth Industrial Revolution. Industry 4.0. Administrative practices. Opportunities. Challenges.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Motores essenciais da indústria do futuro: digitalização, integração e automação.....	20
Figura 2 - Manufacturing USA: Institutos em funcionamento .....	25
Figura 3 - Etapas da Pesquisa .....	51

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Empresas em processo de planejamento para a Indústria 4.0.....	16
Gráfico 2 - Números de trabalhos acadêmicos com o tema de Indústria 4.0 .....	17

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese comparativa de países na Indústria 4.0.....	30
Quadro 2 - Etapas da Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 .....	35
Quadro 3 - Profissões do futuro .....	41
Quadro 4 - Perguntas para entrevista e questionário para empresas que aderiram a inovações da Indústria 4.0 .....	58
Quadro 5 - Perguntas para entrevista e questionário para Institutos e empresas que criaram produtos ou serviços para a Indústria 4.0 .....	59
Quadro 6 - Características de amostras.....	60
Quadro 7 - Relação dos entrevistados .....	62
Quadro 8 - Definição das Categorias de Análise referente à Análise de Conteúdo das Entrevistas .....	64
Quadro 9 - Síntese da presença e frequência das Categorias de Análise .....	85
Quadro 10 - Síntese de convergência, divergência e complementos do Grupo 1.....	86
Quadro 11- Síntese de convergência, divergência e complementos do Grupo 2.....	89

## LISTA DE SIGLAS

ABDI	Associação Brasileira de Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIMAQ	Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos
BASA	Banco da Amazônia
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEBRAP	Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DFKI	Centro Alemão de Pesquisa de Inteligência Artificial
FEIMEC	Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GTI	Grupo de Trabalho para a Indústria
IA	Inteligência Artificial
IEDI	Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
IMI	Innovative Manufacturing Institutes
IoT	Internet of Things
ISI	Instituto SENAI de Inovações Soluções Integradas
NNMI	National Networking for Manufacturing Innovation
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TI	Tecnologia da Informação
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1 Problema de Pesquisa</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2 Delimitação do Tema</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3 Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.3.1 Objetivo Geral .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>1.4 Justificativa</b> .....	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 Conceito de Indústria 4.0</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2 Análise de países na Indústria 4.0</b> .....	<b>21</b>
2.2.1 Alemanha: Industrie 4.0.....	22
2.2.2 Estados Unidos: Manufacturing USA .....	23
2.2.3 China: Internet Plus e Made in China 2025 .....	25
2.2.4 Israel: Industrial IoT .....	27
2.2.5 Síntese Comparativa dos Países Apresentados .....	28
<b>2.3 Brasil: Manufatura Avançada</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4 Mudanças nas empresas e no mercado de trabalho</b> .....	<b>37</b>
2.4.1 Mudanças nas Empresas .....	37
2.4.2 Mudanças no Mercado de Trabalho e Empregos do Futuro .....	40
<b>2.5 Oportunidades, vantagens, desafios e desvantagens da Indústria 4.0</b> .....	<b>42</b>
2.5.1 Oportunidades e Vantagens da Indústria 4.0 .....	43
2.5.2 Desafios e Desvantagens da Indústria 4.0 .....	45
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1 Delineamento da pesquisa</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2 Método de Trabalho</b> .....	<b>50</b>
3.2.1 Definição de Pesquisa.....	52
3.2.2 Planejamento .....	53
3.2.3 Coleta de Dados.....	54
3.2.4 Análise de Dados .....	54
3.2.5 Resultados e Conclusões.....	55
<b>3.3 Técnicas de coleta de dados</b> .....	<b>55</b>
3.3.1 Definição do Método de Coleta de Dados .....	55

	10
3.3.2 Definição de Amostra .....	60
<b>3.4 Técnicas de análise de dados .....</b>	<b>63</b>
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1 Análise de dados: Grupo 1 .....</b>	<b>66</b>
4.1.1 Categoria de Análise: Motivação .....	67
4.1.2 Categoria de Análise: Inovações da Indústria 4.0 .....	68
4.1.3 Categoria de Análise: Incentivo ou Auxílio Governamental.....	69
4.1.4 Categoria de Análise: Mão de Obra .....	70
4.1.5 Categoria de Análise: Mudanças nos Processos .....	71
4.1.6 Categoria de Análise: Eficiência.....	72
4.1.7 Categoria de Análise: Projetos Futuros.....	74
4.1.8 Categoria de Análise: Dificuldades.....	74
4.1.9 Síntese do Grupo 1 .....	75
<b>4.2 Análise de dados: Grupo 2 .....</b>	<b>76</b>
4.2.1 Categoria de Análise: Motivação.....	77
4.2.2 Categoria de Análise: Objetivo do Programa ou Serviço.....	78
4.2.3 Categoria de Análise: Funcionamento do Programa ou Serviço .....	80
4.2.4 Categoria de Análise: Dificuldades.....	82
4.2.5 Síntese do Grupo 2 .....	83
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>86</b>
<b>5.1 Discussão: Grupo 1 .....</b>	<b>86</b>
<b>5.2 Discussão: Grupo 2 .....</b>	<b>89</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE A - PERGUNTAS DA ENTREVISTA E DO QUESTIONÁRIO PARA O GRUPO 1 .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B - PERGUNTAS DA ENTREVISTA E DO QUESTIONÁRIO PARA O GRUPO 2 .....</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo atual foi influenciado e impactado por revoluções industriais que demarcaram novos tempos no momento em que ocorreram, alterando, principalmente, o nosso meio de produzir, transportar e se comunicar, até os dias de hoje. “Em cada uma delas, as tecnologias, os sistemas políticos e as instituições sociais evoluíram juntos, mudando [...] indústrias, [...] a forma como as pessoas se viam em relação umas às outras e ao mundo natural”. (SCHWAB; DAVIS, 2018, p. 37).

A Primeira Revolução Industrial, que ocorreu entre 1760 e 1830, introduziu uma produção mais mecanizada para a época, com a colaboração principalmente das máquinas a vapor e ferrovias e, assim, alterando toda a produção manufaturada a partir desse momento. No final do século XIX ocorreu a Segunda Revolução Industrial, que trouxe para a sociedade o uso mais efetivo de insumos como petróleo, uso de motores a combustão, além do uso da energia elétrica e linhas de montagens, o que deu início a produção em massa. Em meados do século XX, a Terceira Revolução Industrial apresentava ao mundo um ambiente industrial e social mais robotizado, com tecnologias de informação e telecomunicações, influenciando uma produção cada vez mais automatizada. (SCHWAB, 2016a).

Atualmente, a discussão de pesquisadores, empresários e professores, gira em torno da Quarta Revolução Industrial, também denominada como Indústria 4.0 que, segundo o economista e engenheiro Schwab (2016a) começou no início do século XXI, tendo como pilares centrais a revolução digital e a interação de inovações físicas, digitais e biológicas. Schwab e Davis (2018, p. 48) comentam:

A Quarta Revolução Industrial constitui um novo capítulo do desenvolvimento humano, motivada pela crescente disponibilidade e interação de um conjunto de tecnologias extraordinárias que foram construídas a partir das três revoluções tecnológicas anteriores. Essa revolução está apenas em seu estágio inicial [...].

As primeiras discussões sobre esse assunto começaram no ano de 2011, na feira de Hannover, na Alemanha, e a partir de lá se tornou parte de grandes debates em fóruns mundiais como o *World Economic Forum*, fundado por Schwab, que publicou em janeiro de 2016 uma matéria apresentando o tópico e definindo o cenário. Schwab comentou (2016b, p. 01, tradução nossa):

Estamos na eminência de uma revolução tecnológica que irá, fundamentalmente, alterar o jeito que vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. Na sua escala, escopo e complexidade, a transformação será diferente de tudo que a humanidade experimentou antes. Nós não sabemos ainda como ela irá transcorrer, mas uma coisa é clara: a resposta para ela precisa ser integrada e compreensiva, envolvendo todos stakeholders da política global, dos setores públicos e privados até a sociedade acadêmica e civil.

Por outro lado, a sociedade civil em geral debate os futuros impactos e resultados da Indústria 4.0. Perasso (2016) comenta que as repercussões:

[...] impactarão em como somos e como nos relacionamos até nos lugares mais distantes do planeta: a revolução afetará o mercado de trabalho, o futuro do trabalho e a desigualdade de renda. Suas consequências impactarão a segurança geopolítica e o que é considerado ético.

Órgãos brasileiros também já estimam dados para a indústria nacional. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, a ABDI, "A expectativa é que, em dez anos, 15% das indústrias atuem no conceito da indústria 4.0, que se dá principalmente pela digitalização e robotização". (SILVA, 2018).

Com a previsão de um cenário de mudanças bruscas e disruptivas que a Indústria 4.0 poderá trazer, por ser um assunto debatido mundialmente, devido a sua importância, seu acréscimo para vários setores e, também, pela sua capacidade de alterar tudo que conhecemos atualmente, o tema desse trabalho está centrado na Indústria 4.0 e as práticas administrativas do futuro.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Em um contexto de uma empresa totalmente automatizada, interconectada e mais eficiente, a Indústria 4.0 surge como uma nova forma de potencializar recursos.

[...] os novos materiais deixam de ser somente insumos e passam a ser parte integrante dos processos de fabricação, pois ao serem conectados passariam a ser emissores e recipientes de dados: as fronteiras entre fabricação e montagem tendem a desaparecer graças aos processos de automação [...]. (ARBIX et. al., 2017, p. 34).

A nova revolução visa uma coordenação entre tecnologias existentes como a Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA), entre outras, "Além da velocidade e da amplitude, a Quarta Revolução Industrial é única por causa da crescente harmonização e integração de muitas descobertas e disciplinas diferentes".

(SCHWAB, 2016a, p. 19). Dessa forma, será possível otimizar o tempo e evitar erros, gerando uma maior eficiência industrial. A taxa de retrabalhos ou o tempo de uma linha de produção poderão ser drasticamente alterados e, assim, trazer vantagens diretas para a organização que se adaptar a esse novo modelo de indústria.

Nesses aspectos a cultura da empresa poderá ser alterada, assim como seu modo de produzir, distribuir e se relacionar com seus funcionários. Uma vez que a automatização, juntamente com novas tecnologias, esperada de forma mais intensa e interligada do que a automatização apresentada anteriormente, poderá alterar completamente a base de colaboradores da organização, além da relação com seus clientes e fornecedores.

Em um cenário em que uma empresa não consiga acompanhar o ritmo dessa revolução industrial, a chance de ela distanciar-se de todas as outras organizações, que se tornaram Indústrias 4.0, é grande. Isso pois, ela ficará fora de uma rede interconectada de novas tecnologias e oportunidades, que provavelmente seus fornecedores e concorrentes irão obter e aproveitar.

Isso se aplica também a indústria brasileira em geral, que terá que acompanhar economias de países desenvolvidos para não ficar estagnada, conforme comentam Arbix et. al. (2017, p. 43): “Quanto mais tardia for a reação, maior a distância em relação às empresas mais dinâmicas e maiores serão os obstáculos a serem vencidos para reposicionar a indústria brasileira.”

É reconhecido que uma das grandes dificuldades impostas por essa revolução é o custo de investimento elevado, necessário para entrar nesse novo padrão de indústria, valor principalmente voltado para obtenção de novas tecnologias. Além do fato de ser necessário buscar colaboradores que consigam manusear e controlar as novas tecnologias e conexões que serão feitas nesse meio, serão necessários também treinamentos que não se sabe como serão realizados.

Por esses pontos, a possível mudança na forma de produzir, na cultura da empresa e da necessidade de um alto investimento, e por ser um ponto ainda pouco subjetivo na indústria brasileira, a questão pesquisa desse trabalho será: **“Quais os impactos da Indústria 4.0 nas práticas administrativas do futuro?”**.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O autor Schwab (2016a) separa a Indústria 4.0 em três grandes grupos, sendo eles: a categoria biológica, física e digital. Essa pesquisa trabalhou somente com as inovações que se enquadram no grupo de físico e digital. Com o objetivo de identificar aspectos mais administrativos, e com um acesso mais facilitado a empresas produtivas do setor fabril, essa pesquisa não irá abordar as inovações de nível biológico da Quarta Revolução Industrial.

Essa pesquisa entrevistou somente uma pessoa de cada empresa selecionada para a coleta de dados, isso se dá, visto que as pessoas entrevistadas representavam diretamente o setor ligado com a implementação da inovação, muitas vezes sendo engenheiros ou pessoas ligas ao setor de pesquisa e desenvolvimento da empresa. Não foram entrevistadas pessoas que não são de setores ligados a inovação implementada.

Por fim, não foram objeto de estudo dessa pesquisa empresas que pretendem adotar alguma inovação referente a Indústria 4.0. Isso se dá, visto que, o objetivo dessa pesquisa é mapear mudanças que já são decorrentes da Indústria 4.0 dentro das empresas.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Identificar quais os impactos da Indústria 4.0 nas práticas administrativas do futuro.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar as principais motivações e dificuldades para entrantes da Indústria 4.0;
- b) observar qual é o posicionamento e ações das empresas e Instituições que são fomentadores das inovações e tecnologias da Indústria 4.0;
- c) identificar quais os cenários no contexto de Indústria 4.0 na Alemanha, Estados Unidos, China, Israel e Brasil;

- d) analisar as convergências e divergências entre os dados coletados e a literatura.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

O tópico Indústria 4.0 é muito abrangente e altamente discutido. Conforme Schwab (2016a), os impactos se darão em vários níveis e contextos, entre eles na economia de forma geral e nos negócios e serão tanto nacionais como globais, além de impactar a sociedade e o indivíduo em si. Logo, esse trabalho poderá agregar em vários âmbitos.

Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2006), ao se justificar um trabalho se apresentam a conveniência da pesquisa e sua relevância social, como também sua utilidade metodológica. Por esses motivos, o trabalho aqui apresentado terá sua justificativa baseada tanto no contexto empresarial, quanto acadêmico, visto que diante de uma nova revolução irão ocorrer novos debates, questionamentos e impactos sobre o assunto, em vários contextos.

Schwab (2016a) caracteriza uma revolução como uma mudança abrupta e radical e comenta que as revoluções ocorrem junto com novas tecnologias que são possíveis de alterar a forma social e econômica da sociedade. Sendo assim, o objetivo final do presente trabalho procura identificar os aspectos que hoje são considerados padrões na área administrativa e como eles poderão ser alterados com a Quarta Revolução Industrial, apresentando e analisando dados coletados em empresas selecionadas e colaborando para a geração de conteúdo empresarial e acadêmico.

Como citado, estudos como o de Arbix et. al. (2017) apresentam implicações para empresas que não conseguirem se adaptar às novas mudanças e acompanhar o processo da Indústria 4.0, resultando, principalmente, na questão de isolamento dela perante o restante do seu setor de negócios. Logo, ao ler o presente estudo, empresas poderão tirar vantagens diretas e indiretas para acrescentar conhecimento sobre o assunto, que será fundamental no meio empresarial no futuro, já que terão acesso a dados e análise dos mesmos.

Uma vez que o ambiente empresarial irá se alterar quase por completo, Lasi et. al. (2014) citam que as mudanças estruturais das empresas poderão ser bem amplas e remodeladoras nos contextos organizacional e fabril. Nos mais diversos

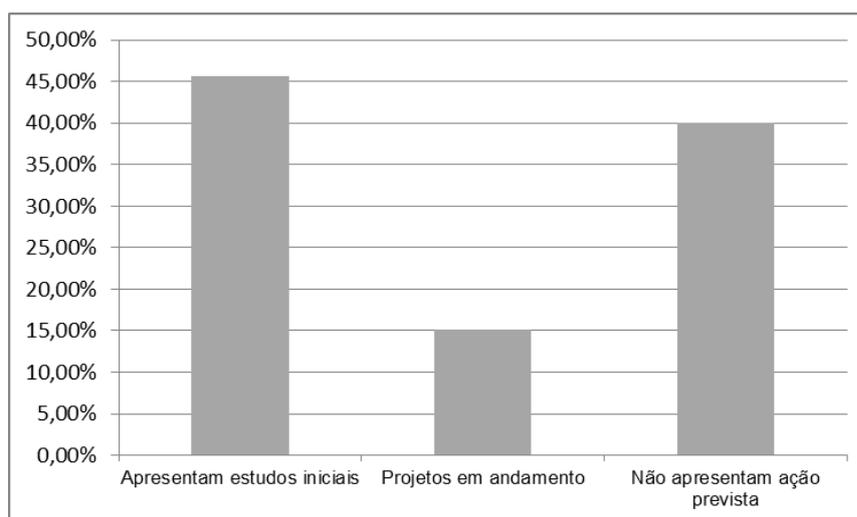
tipos de indústrias, essa pesquisa procura ajudar a compreender um pouco mais sobre o assunto, já que será necessário e, imprescindível, acompanhar o mercado e se adaptar aos novos moldes do mesmo.

No cenário industrial brasileiro, segundo dados do relatório divulgado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) (SAKKIS, 2017), atualmente, 1,6% das empresas nacionais atuam na estrutura de Indústria 4.0. Porém, segundo o mesmo documento, esse número irá aumentar para 21,8% em um período de 10 anos, mostrando que um grande número de empresas está em processo de pesquisa sobre o tema e implementação dos novos pilares da nova indústria.

O mesmo relatório divulgou dados de empresas em processo de planejamento para a implementação da metodologia da Indústria 4.0, no qual pouco mais de 15% têm projetos em andamento, 45,6% estão em processo de realização de estudos iniciais e quase 40% não apresentam nenhuma ação prevista para implementação, como mostra o Gráfico 1.

Sendo assim, esse trabalho poderá ser uma fonte de pesquisa para organizações de vários setores e diferentes portes, onde elas poderão compreender aspectos, termos, ter acesso aos dados, à análise e interpretação dos mesmos nesse trabalho, podendo se identificar com casos aqui apresentados.

Gráfico 1 - Empresas em processo de planejamento para a Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Sakkis (2017).

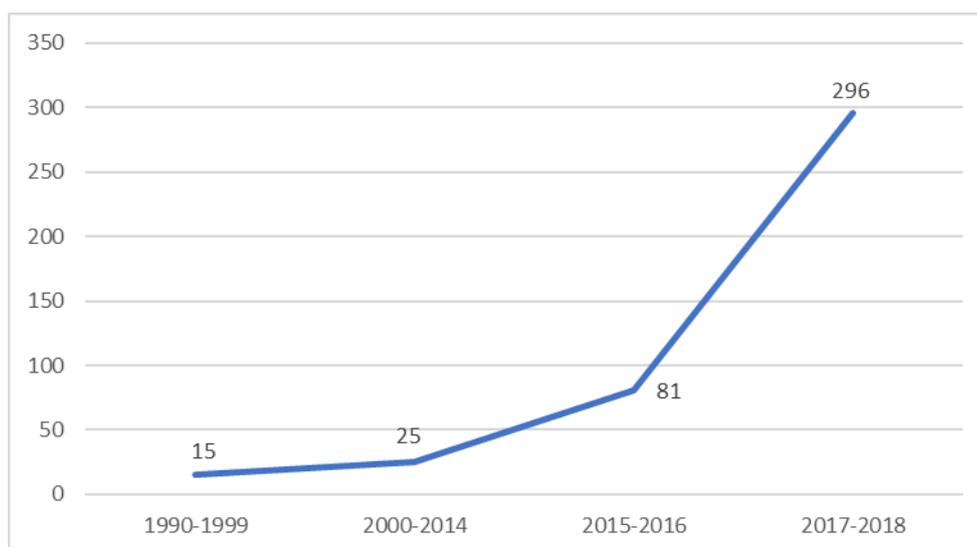
Para o ambiente acadêmico, esse trabalho irá agregar para alunos, pesquisadores e professores que poderão usar os dados dessa pesquisa como base para futuros estudos, além de consultas e até colaboração para o mesmo. Como

essa revolução engloba diversas áreas e setores, vários âmbitos acadêmicos serão impactados e o tema será estudado por uma grande variedade de cursos, como pode ser visto na seguinte passagem: “As abordagens e ideias do contexto da Indústria 4.0 estão situados nas interfaces das disciplinas de engenharia elétrica, administração, ciência da computação e informação de sistemas de engenharia e engenharia mecânica [...]”. (LASI et. al., 2014, p. 240, tradução nossa).

Os impactos no meio acadêmico vão além de ser um novo conceito a ser trabalhado nas universidades ao redor do mundo. Os autores Rübmann et. al. (2015, p. 13, tradução nossa) ainda acrescentam que será necessário, “[...] adaptar currículos escolares, programas de treinamento e programas universitários com foco mais forte em empreendedorismo e TI”.

Apesar de ser um assunto debatido mundialmente, trabalhos com esse tema e abordagem são encontrados em menores quantidades do que outros assuntos do meio administrativo. O Gráfico 2 apresenta o resultado de uma pesquisa feita em três plataformas de pesquisa de trabalhos acadêmicos (SciELO Brasil, Ebsco Host e Base Acadêmica da UNISINOS), visando identificar o número de trabalhos, artigos, revistas acadêmicas, entre outros encontrados, predominantemente, na língua inglesa e portuguesa, sobre o tema Indústria 4.0.

Gráfico 2 - Números de trabalhos acadêmicos com o tema de Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 2 apresenta um crescimento de lançamentos sobre o assunto. É possível identificar uma quantidade pequena de títulos entre os anos de 1990 a

1999, no qual foram encontrados 15 documentos. Do ano de 2000 até 2014 foram identificados 25, nos anos de 2015 e 2016 já aparece um valor mais representativo que eleva a curva, ou seja, foram encontrados 81 documentos sobre Indústria 4.0. Atualmente, esses trabalhos e, documentos, chegam ao montante de 296, somente nos anos de 2017 e 2018, valor que fez a curva aumentar de forma abrupta.

Sendo assim, esse trabalho será útil para uma grande variedade de especializações acadêmicas, tendo como objetivo final, também, auxiliar pesquisas futuras no campo acadêmico, nas mais diversas áreas, além de agregar conhecimento e dados sobre o assunto em desenvolvimento.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado o conceito de Indústria 4.0 com bases fundamentadas sobre a perspectiva dos autores da área, bem como serão expostos os cenários de países que já aderem a essa nova revolução industrial. Para isso, serão apontados dados de quatro países, sendo eles: Alemanha, Estados Unidos, China e Israel. Por último, como forma de comparação, será feita uma análise do cenário brasileiro.

### 2.1 CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0

O conceito denominado Indústria 4.0 foi apresentado pela primeira vez no ano de 2011, na Alemanha, na feira Hannover Trade Fair, em uma publicação de Kagermann. Em 2016, o assunto foi o centro de debate em um dos principais fóruns de economia do mundo, o *World Economic Forum*, e continua sendo um assunto muito debatido e estudado.

A Indústria 4.0 têm duas características principais que, segundo Schwab (2016a) são a velocidade e a amplitude que ela terá no nosso mundo e sua capacidade de alterar todo o nosso contexto. A nova revolução será, resumidamente, a fusão dos mundos físicos, digitais e biológicos, com tecnologias como 3D manufatura ativa, inteligência artificial, Internet das coisas, biologia sintética e sistemas ciber-físicos, no centro dessa revolução. (BRASIL, 2018).

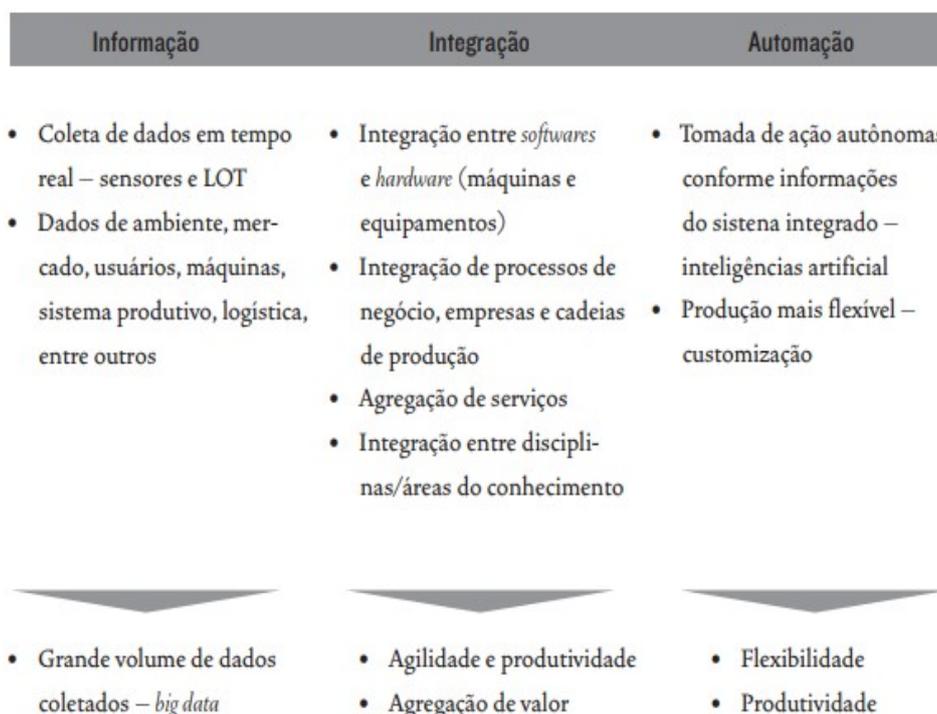
O executivo e fundador do *World Economic Forum*, Schwab, escritor de dois livros sobre o assunto, apresentou em seus estudos, de forma mais ampla, o que consistia a ideia da Indústria 4.0, seus impactos nos negócios, no governo e nas pessoas, as oportunidades e as ameaças dessa nova fase da indústria mundial. Schwab e Davis (2018, p. 48) comentam que a revolução:

[...] constitui um novo capítulo do desenvolvimento humano, motivada pela crescente disponibilidade e interação de um conjunto de tecnologias extraordinárias que foram construídas a partir de três revoluções tecnológicas anteriores. Essa revolução está apenas em seu estágio inicial, o qual oferece à humanidade a oportunidade e a responsabilidade de moldar não só o design das novas tecnologias, mas também formas mais ágeis de governança e valores opositivos que fundamentalmente mudarão o modo como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos.

Para os autores Stock e Seliger (2016, p. 01, tradução nossa) a Quarta Revolução Industrial é definida como “[...] baseada no estabelecimento de indústria inteligentes, produtos inteligentes e serviços inteligentes embutidos na internet das coisas [...]” e complementam que o resultado dessa nova revolução resultará em “[...] novas indústrias e disruptivos modelos de negócios estão evoluindo em redor desses elementos da Indústria 4.0.”

O estudo dos autores Arbix et. al. (2017) identifica os denominados “motores” essenciais para a Quarta Revolução Industrial, que são considerados como a informação, a integração e a automação. Segundo os autores, esses “motores” gerariam um grande volume de dados coletados, agilidade e produtividade, agregação de valor, flexibilidade e produtividade, como conseguimos identificar na Figura 1.

Figura 1 - Motores essenciais da indústria do futuro: digitalização, integração e automação



Fonte: Arbix et. al. (2017, p. 34).

Autores como Wübbecke e Conrad (2015) denominam a Indústria 4.0 como sinônimo para a indústria do futuro, na qual eles chamam de *próximo desenvolvimento da indústria*, que será feito com inteligência e conexão entre as máquinas e trabalhadores. Os autores complementam:

As funções de máquinas vêm se alterando ao longo do tempo, assim como também suas formas de combustível, na Indústria 4.0 trabalham, fazem decisões e otimizam uma larga autonomia em colaboração com os humanos. Processos produtivos se tornaram mais flexíveis, transparentes e eficientes. (WÜBBEKE; CONRAD, 2015, p. 03, tradução nossa).

Quando falamos de impulsionadores da nova revolução, Schwab (2016a) classifica as chamadas *megatendências* em três categorias: a física, a digital e a biológica. Na categoria física se incluem os veículos autônomos, a impressão em 3D, a robótica avançada e os novos materiais. Já na categoria digital se encontram inovações como a IoT e blockchain. Por último, a categoria biológica, que apresenta inovações principalmente no nível da biologia sintética.

Para entender a nova revolução industrial e os sistemas que a integram, os autores Lasi et. al. (2014) identificaram conceitos fundamentais para a Indústria 4.0, que serão: a denominada empresa inteligente, sistemas cyber físicos, organização própria, novos sistemas de produção e distribuição, novos sistemas de desenvolvimento de produtos e serviços, adaptação das necessidades humanas e responsabilidade social da corporação.

Há pesquisas que já tentam identificar os pilares tecnológicos necessários para suportar a nova revolução. Os autores Rübmann et. al. (2015) citam nove pilares de tecnologia avançada que vão impactar de forma conjunta e que serão fatores chave para a Indústria 4.0. Os autores comentam que esses nove pilares já são usados atualmente em algumas indústrias de forma separada, porém, um dos grandes impactos da Indústria 4.0 será a interconectividade entre eles. Os nove pilares são: robôs autônomos, simulação, integração horizontal sistemática e integração vertical sistemática, IoT, cybrsegurança, nuvem, manufatura aditivada e realidade aumentada.

## 2.2 ANÁLISE DE PAÍSES NA INDÚSTRIA 4.0

Nessa subseção serão apresentados os cenários de quatro países que implementaram e já atuam de forma representativa no cenário mundial com a Indústria 4.0, sendo eles: Alemanha, Estados Unidos, China e Israel. Serão apresentados os tópicos como o nome dos programas de Indústria 4.0 de cada um desses países, assim como, o foco das políticas apresentadas por eles, e suas

principais fontes de investimento. Ao final da subseção, o Quadro 1, irá expor a síntese de informações dos países apresentados.

### **2.2.1 Alemanha: Industrie 4.0**

Estudos como o de Wübbeke e Conrad (2015) apontam que o conceito de Indústria 4.0 foi criado na Alemanha, sendo um dos países pioneiros nesse novo modelo de indústria. Os autores ainda acrescentam que a “Alemanha tem a tecnologia avançada necessária para a ‘Indústria 4.0’”. (WÜBBEKE; CONRAD, 2015, p. 01, tradução nossa).

A estratégia da Alemanha para aderir à Indústria 4.0 é:

[...] o de aprofundar sua posição de líder industrial na Europa por meio do estímulo e ampliação da technological competitiveness de suas empresas [...] Nesse contexto e associadas a uma estratégia mais geral, acrescentam-se a preocupação com o uso eficiente de recursos e energia, a ampliação de fontes renováveis na matriz energética e a produção de equipamentos e veículos eficientes. (DAUDT; WILLCOX, [2019?], p. 28).

Visando essa posição líder na Europa, principalmente nas questões que envolvem tecnologia de ponta e produção industrial, (DAUDT e WILLCOX, [2019?]) o poder público alemão começou a pôr em prática um plano de vários projetos, para conseguir almejar o objetivo e aderir de uma melhor forma a Indústria 4.0 e liderar seus processos e tecnologias necessárias.

O governo alemão, juntamente com o Ministério de Pesquisa do país, criou o projeto DFKI, Centro Alemão de Pesquisa de Inteligência Artificial, que tem três centros estabelecidos na Alemanha e, alguns fora do país, contando com mais de 295 projetos de estudo, no qual cada um tem um objetivo de pesquisa. (TECNOLOGIA, 2018).

Um dos projetos parceiros do DFKI é o projeto denominado IUNO, focado em desenvolver e auxiliar a segurança de TI (Tecnologia da Informação) para empresas que atuem na Indústria 4.0. O site do próprio programa define os grandes desafios de segurança para essa nova era industrial, sendo eles a autenticidade, a integridade, a disponibilidade e a confidencialidade. (DESAFIOS..., [2019?]). Romer (2016) aponta que o projeto reúne grandes empresas como Volkswagen, Siemens e Bosch, juntamente com universidades que buscam, de forma conjunta, desenvolver e implementar métodos para aderentes da Indústria 4.0.

O governo alemão começou a elaborar vários projetos para o ramo de Indústria 4.0, ou como é denominada na Alemanha, *Industrie 4.0*. Orth (2018) comenta dois projetos, entre eles os chamados de Arena2036 e o projeto do Centro de Aplicação Indústria 4.0.

Em sua matéria apresentada no final do mês de agosto, Orth (2018) explica que o projeto da Arena2036, *Active Research Environment for the next Generation of Automobiles*, está voltado para criar uma nova forma de construção de automóveis, tendo como objetivo, até o ano de 2036, tornar a fabricação mais flexível e também mais inteligente, sendo necessária para isso, a Indústria 4.0. Já o projeto do Centro de Aplicação Indústria 4.0 visa facilitar, para pequenas e médias empresas, a modelagem da Indústria 4.0 e as mudanças que irá trazer. “No Centro de Aplicação Indústria 4.0 do Fraunhofer IPA, são, sobretudo as pequenas e médias empresas que ficam sabendo como aplicar as tecnologias da Indústria 4.0”. (ORTH, 2018).

### **2.2.2 Estados Unidos: Manufacturing USA**

Entre vários países que estão aderindo ou, que já apresentaram programas para inserir a Indústria 4.0, podemos citar os Estados Unidos, que apresentou seu programa denominado de Parceria para Manufatura Avançada, anunciado em 2013. O projeto tem como principais objetivos, segundo o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, o IEDI, “A revitalização industrial e digitalização das relações com as cadeias de fornecimento e criação de uma rede nacional de centros de inovação industrial”. (IEDI, 2018, p. 03).

Os autores Daudt e Willcox ([2019?]) apontam o investimento de US\$ 1 bilhão como o início da iniciativa estadunidense, no ramo da Indústria 4.0. Esse investimento serviu para a criação da *National Networking for Manufacturing Innovation* (NNMI), que é uma rede de institutos de pesquisa da região, denominados de *Innovative Manufacturing Institutes* (IMI), que buscam ajudar no desenvolvimento e adotar as mudanças tecnológicas da nova revolução industrial. Essa iniciativa ajuda a diminuir o alto nível de investimento que seria necessário para ter tais inovações desenvolvidas e comercializadas e, por outro lado, ajuda as empresas privadas, que por sua vez talvez, não teriam o capital necessário para investir em pesquisa e desenvolvimento para subsidiar sua entrada na Indústria 4.0 de forma autônoma.

O plano inicial era liberar um investimento para a criação de 15 IMI's em 2012, porém, em 2013, a proposta aumentou para a criação de 45 institutos de inovação nos Estados Unidos. Um instituto piloto de IMI já funciona no país desde o ano de 2012 e cada um dos IMI pode ser operado por parceria entre indústria, governo e ramo educacional. (DAUDT; WILLOX, [2019?]).

O plano do governo estadunidense para acompanhar e se adequar à Indústria 4.0 partiu do objetivo de desenvolver tecnologia para a nova revolução. A proposta tem como principal objetivo:

[...] criar ambientes compartilhados e orientados para a resolução de problemas, que já conseguiu aglutinar centenas de empresas privadas, instituições públicas, universidades e institutos de pesquisas. O ponto central do programa é um inovador sistema de transferência e de cogeração de tecnologias entre centros de excelência produtores de conhecimento e grandes e médias empresas privadas. (ARBIX et. al., 2017, p. 37).

Os institutos, que irão resultar em novos IMI's, obtêm um pesado investimento público, porém, em contrapartida, é esperado investimento privado e os denominados consórcios. Segundo Arbix et. al. (2017), esses institutos têm participação de grandes empresas e universidades, porém, após a criação de uma IMI, ela é aberta a participação de pequenas e médias empresas. Uma das características do programa também é a questão de que cada IMI é responsável por aderir e pesquisar sobre uma nova tecnologia específica, incluindo institutos para impressão 3D e manufatura aditiva ou até para materiais leves.

Segundo relatórios divulgados do próprio governo estadunidense e dados apresentados por Arbix et. al. (2017), há 11 institutos em pleno funcionamento, regidos por três ministérios responsáveis, sendo eles o Ministério da Defesa, da Energia e do Comércio, como podemos ver na Figura 2.

É importante ressaltar o papel do governo estadunidense no plano de implementação:

[...] a forma de atuação dos EUA e os documentos oficiais analisados atribuem um papel explícito ao governo federal no que se refere a impulsionar o desenvolvimento da manufatura avançada no país. Em especial, os departamentos de Defesa, Energia e Saúde atuam em conjunto com os IMIs para promover a demanda efetiva necessária para viabilizá-la. (DAUDT; WILLCOX, [2019?], p. 22).

Figura 2 - Manufacturing USA: Institutos em funcionamento

Ministério responsável	Instituto e ano de criação	Cidade e estado	Tema e tecnologias
Defesa	America Makes (2012)	Youngstown, OH	impressão 3D e manufatura aditiva
	DMDII (2014)	Chicago, IL	design e manufatura digital
	LIFT (2014)	Detroit, MI	materiais leves
	AIM Photonics (2015)	Albany, NY	circuitos integrados e fotônica aplicada
	NetFlex (2015)	San Jose, CA	eletrônica flexível
	AFFOA (2016)	Cambridge, MA	fibras e tecidos
	ATB-MII (2016)	Manchester, NH	tecnologia de tecidos humanos
	Energia	Power America (2014)	Raleigh, NC
IACMI (2015)		Knoxville, TN	polímeros e compósitos
CESMII (2016)		Los Angeles, CA	sensores e processos digitais
Comércio	NIIMBL (2016)	Newark, DE	biomanufatura

Fonte: Arbix et. al. (2017, p. 39).

### 2.2.3 China: Internet Plus e Made in China 2025

Na corrida para a implementação do novo conceito de indústria, a China entra como um dos quatro principais países a apresentarem projetos e que já estejam em evolução para a nova revolução industrial. Segundo Wood Jr (2017), ela foi o motivo por qual a Alemanha iniciou a ideia de Indústria 4.0, “O termo (e slogan) indústria 4.0 surgiu na Alemanha, como resposta de política industrial desse país altamente industrializado à ameaça concorrencial da China”. (WOOD JR, 2017).

Para acompanhar os outros países e, ainda, tentar se destacar entre eles, o governo chinês implementou duas políticas governamentais como plano central para sua inserção na Indústria 4.0: o Projeto Internet Plus e o Made in China 2025.

A política denominada Internet Plus, programa lançado em 2015, visa o investimento em startups e em tecnologias, que segundo o relatório da FIESP (2017), teve um investimento inicial de US\$ 4,4 bilhões, tendo como principais

prioridades o crescimento econômico, o desenvolvimento social, a construção da infraestrutura tecnológica e a criação de ambiente para a inserção das novas práticas que a Indústria 4.0 irá trazer, incluindo leis e regulamentações.

Por outro lado, o projeto carro chefe do governo chinês é o Made in China 2025, que receberá grande investimento que será “[...] US\$ 1,5 bilhão do governo e mais US\$ 1,5 bilhão de autoridades locais até 2020”. (FIESP, 2017, p. 20). O objetivo do programa é que até o ano de 2025, a China chegue ao denominado segundo nível entre os principais fabricantes do mundo, juntamente com Japão e Alemanha. (FIESP, 2017).

O foco do projeto, segundo Velho (2016), é que a capital chinesa, Pequim, passe a ser reconhecida por sua tecnologia e engenharia e deixe para trás a ideia de ser um país que tem a mão de obra barata. O autor complementa ressaltando que, “As empresas chinesas são encorajadas graças ao seu plano Made in China 2025, para se modernizar e que prioriza o desenvolvimento da indústria inteligente”. (VELHO, 2016).

Mesmo com todo o possível sucesso, com investimento alto do governo e seu cronograma estabelecido até 2025, e anos após também, com projetos até o ano de 2049 definidos, o programa Made in China apresenta um possível grande impacto em questões mundiais e, por isso, poderá enfrentar alguns problemas, incluindo a resistência internacional que Barría (2018) analisa e cita:

A estratégia “Made in China” foi projetada, em especial, para dominar 70% do mercado interno em setores estratégicos até o ano 2025. Para alcançar a meta, ela terá que enfrentar vários desafios, como a resistência internacional, a falta de espaços para que a iniciativa privada decole e uma posição de desvantagem histórica porque seus concorrentes começaram a corrida muitos anos antes, dizem os especialistas.

O relatório divulgado pela *U.S Chamber of Commerce*, em 2017, traduz o objetivo da estratégia chinesa em “transformar a China em um líder da manufatura avançada”. (U.S CHAMBER OF COMMERCE, 2017, p. 40, tradução nossa). O relatório completa que é fundamental para o país uma estratégia como essa para atingir áreas que são economicamente competitivas e estão em crescimento para o século 21 como, por exemplo, carros elétricos, aviação e tecnologia da informação.

## 2.2.4 Israel: Industrial IoT

Israel é um dos países que já estão na corrida da Indústria 4.0 e mostra sua grande potência, juntamente com Alemanha, Estados Unidos e China. “O setor israelense de Internet das Coisas (IoT), líder mundial, serve como exemplo primário, dando lugar à próxima geração de inovação industrial”. (COMO ISRAEL..., 2018). O país tem como objetivo buscar, cada vez mais, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, já que não tem como competir com países maiores em produção em massa. (COMO ISRAEL..., 2018).

Quando falamos em Indústria 4.0 no país israelense, duas organizações, a Grove Ventures e a Startup Nation Central, têm papel fundamental na disseminação das ideias do novo conceito de indústria, que identificaram empresas no território israelense que já atuam na Indústria 4.0. A pesquisa identificou mais de 100 empresas e essas foram divididas em dez categorias, sendo elas: “Otimização de Operações; impressão 3D; segurança e saúde; robótica; inspeção e teste; cadeia de mantimentos; Sensing e Imagem; manutenção; plataformas e conectividade; e segurança cibernética”. (LEVKOWITZ, 2018, tradução nossa).

O site *Israel Trade & Investment Brazil*, em matéria publicada em julho de 2018, comenta:

Ainda recentemente, Israel foi uma peça do crescimento global de manufatura avançada, impulsionado pela excelência das startups nacionais em alta tecnologia e P&D. O país se distinguiu no setor de alta tecnologia, incluindo big data e nuvem; sistemas de sensor e poderosos processadores avançados; tecnologias de fabricação aditiva difundidas; robótica industrial, com custos decrescentes e habilidades em rápido crescimento; e tecnologia da informação, permitindo novos modelos de colaboração. (COMO ISRAEL..., 2018).

Outro grande potencial dentro da Indústria 4.0 que Israel usa como vantagem própria, conforme citado acima, é sua força com startups que são reconhecidas pela sua excelência mundialmente, sendo o país considerado a nação das startups. Elas somam quase 2.000, segundo dados da Mapped in Israel (2015), que mapeia todas as startups do país.

A organização israelense *Startup Nation Central* (GET..., [2019?]) divulgou dados de campos de inovação em que o país está apostando como, por exemplo, Agritech, cibersegurança e Indústria 4.0. Somente na área de Indústria 4.0, o país

tem aumentado o investimento ano após ano, totalizando 754 milhões de dólares em investimento, ao longo de quatro anos.

Segundo publicado no Israel Trade (2018), Israel ainda apresenta centros de pesquisa e desenvolvimento de grandes e renomadas empresas como a HP e a Intel, “[...] o vibrante ecossistema israelense de pesquisa e desenvolvimento alimentou a fabricação avançada no espaço da alta tecnologia”. (COMO ISRAEL..., 2018).

### **2.2.5 Síntese Comparativa dos Países Apresentados**

Esse trabalho apresentou quatro países, suas estratégias, investimentos e ações para a implementação da Indústria 4.0. Esses países foram selecionados, pois, apresentam estratégias e são reconhecidos mundialmente na corrida para a Indústria 4.0, por apresentarem grande investimento e por serem usados como exemplo por países que estão tentando entender e se integrar das mudanças e tecnologias decorrentes da nova revolução industrial.

Os países foram: Alemanha, Estados Unidos, China e Israel e podemos citar pontos comparativos entre eles. Alemanha e Estados Unidos apresentam focos diferentes na implementação da Indústria 4.0. Segundo Arbix et. al. (2017), enquanto a Alemanha trabalha com um modelo mais clássico de manufatura, usando automação e robotização, os Estados Unidos foca em expandir áreas mais diversificadas, como materiais e biologia, com a nova revolução.

A iniciativa alemã busca concretizar a Alemanha na liderança europeia nos quesitos tecnológicos e de produção industrial. O país investiu em centros de pesquisa, sendo o maior e mais importante atualmente o *German Research Centre for Artificial Intelligence*, centro de pesquisa que trabalha de forma conjunta com o projeto IUNO. Já a iniciativa estadunidense, busca aprender e criar as tecnologias necessárias para a Indústria 4.0, com o objetivo de baratear e comercializar para outros países.

A diferença entre os objetivos e, investimentos, dos países é visível quando estudarmos eles e suas práticas. Vale ressaltar que muitas diferenças são resultantes dos seus cenários econômicos e capacidades produtivas. Por exemplo, a China detém uma capacidade produtiva de massa muito superior a Israel, e Israel

por sua vez usa a Indústria 4.0 como meio de “atravessar” essa diferença entre sua concorrente, investindo em pesquisa e desenvolvimento.

Por outro lado, a China quer competir com países como Alemanha e Japão e estar ao nível deles em quesito de fabricantes mundiais. Para isso está investindo alto em projetos como o Made in China 2025, que é uma das grandes campanhas do país mundialmente, tendo como foco, entre muitos, mudar seu estereótipo de país que somente fornece mão de obra barata, querendo ser visto como um país tecnológico. No Quadro 1, podemos identificar pontos comparativos entre os quatro países. É importante ressaltar que não foi encontrado nenhum dado que diga respeito ao investimento inicial feito pela Alemanha nos materiais estudados para essa pesquisa.

Quadro 1 - Síntese comparativa de países na Indústria 4.0

<b>Países</b>	<b>Programa</b>	<b>Investimento inicial</b>	<b>Principais fontes de investimento</b>	<b>Foco das políticas</b>	<b>Principais Iniciativas</b>
Alemanha	Industrie 4.0	-	Governo e setor privado.	Ser líder na Europa em tecnologia para a nova revolução e produção industrial, para isso lançou vários programas autônomos.	DFKI - German Research Centre for Artificial Intelligence.
Estados Unidos	Advanced Manufacturing	US\$ 1 Bilhão	Governo, setor privado e universidades.	Criar polos, juntamente com grandes empresas e universidades, com foco em aprender e criar as tecnologias da Indústria 4.0, de forma a baratear para as outras empresas estadunidenses depois implementarem.	NNMI -National Network for Manufacturing Innovation
China	Internet Plus e Made in China 2025	US\$ 3 Bilhões	Governo e autoridades locais.	Entrar no mesmo "nível" que Japão e Alemanha, no quesito fabricantes mundiais e ser referência mundial de tecnologia e não somente de mão de obra barata.	Made in China e Internet Plus
Israel	Indústria lot	US\$ 754 Milhões	Governo e setor privado.	Investir em P&D e Startups.	Investimentos em Agritech, cibersegurança e Indústria 4.0

Fonte: Elaborado pela autora.

Como vemos no Quadro 1, os investimentos e as intenções de cada país aqui analisado são diferentes, porém todos eles são de grande importância na Indústria 4.0 e são considerados pioneiros na área, mesmo investindo com diferentes focos.

## 2.3 BRASIL: MANUFATURA AVANÇADA

O Brasil é um país em desenvolvimento e, para tentar acompanhar países desenvolvidos na corrida da Indústria 4.0 como, por exemplo, a Alemanha ou os Estados Unidos, lançou a agenda brasileira para a Indústria 4.0, juntamente com o projeto denominado Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0, o GTI. O GTI é composto por mais de 50 empresas representativas, incluindo governo, empresas privadas, sociedade civil organizada, entre outras, tendo como foco fomentar a discussão e debate sobre a Indústria 4.0 no país, buscando identificar ações necessárias. (INDÚSTRIA 4.0, [2019?]).

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Ministério da Indústria, Comércio e Serviços e o governo Federal, juntamente com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), são os principais “organizadores” públicos da iniciativa brasileira para a implementação das novas tecnologias decorrentes da nova revolução industrial.

Segundo o relatório do site do Governo Federal, o Brasil “[...] ocupa a 69ª posição no índice global de inovação, e a indústria representa hoje menos de 10% do PIB”. (INDÚSTRIA 4.0, [2019?]). Esses indicadores seriam dois grandes desafios para o país, já que, por exemplo, os Estados Unidos ocupam o quarto lugar nesse mesmo índice.

Podemos identificar algumas iniciativas que os órgãos públicos tiveram em apresentar e introduzir a ideia da Indústria 4.0 para empresas brasileiras. Uma delas foi a Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos (FEIMEC), que ocorreu em 2016, organizada pela Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ), tendo como foco principal demonstrar a “[...] manufatura avançada com base no trabalho cooperativo de mais de vinte empresas [...]”. (ARBIX et. al., 2017, p. 45).

Arbix et. al. (2017) ainda comenta outra iniciativa que foi a pesquisa financiada pela ABDI, que por dois anos (2016 e 2017) foi realizada no Brasil, Alemanha, Estados Unidos e China, com pesquisadores do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP). Segundo os autores, essa pesquisa “[...] avançou em propostas de diretrizes e sugeriu iniciativas concretas que podem ser

integradas a uma estratégia nacional de manufatura avançada”. (ARBIX et. al., 2017, p. 45).

Além de iniciativas, como as citadas acima, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços criou a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, que foi lançada no *World Economic Forum*, no início do ano de 2018. A agenda, por sua vez, conta com medidas que “[...] contemplam ações que vão da difusão deste novo conceito à disponibilização de linhas de crédito mais acessíveis, para que indústrias de todos os portes possam investir na adoção ou geração de novas tecnologias”. (BRASIL, 2018).

Foram lançadas as principais medidas da agenda brasileira que incluem etapas como a sensibilização, iniciativa que inclui projetos de comunicação, palestras, seminários e workshops sobre o assunto e tem como objetivo a disseminação dos conceitos da nova indústria para as empresas brasileiras. (BRASIL, 2018). Outra etapa é a então denominada avaliação e oportunidade de negócios. Essa ação é voltada para as empresas privadas conseguirem avaliar seu próprio negócio:

No portal da Agenda, o empreendedor brasileiro poderá acessar uma plataforma para a avaliação do grau de maturidade do seu negócio em relação a jornada para a indústria 4.0. Pela avaliação de dimensões tecnológicas, operacionais, organizacionais e estratégicas, as empresas poderão identificar os primeiros passos em sua transformação digital. (BRASIL, 2018).

Também, por meio dessa plataforma, será possível identificar empresas que ofereçam as tecnologias que a empresa que está sendo avaliada possa precisar, fazendo o contato entre as duas. A meta estipulada para essa fase da agenda de implementação é de pelo menos três mil empresas avaliadas em dois anos. (BRASIL, 2018).

Um dos grandes empecilhos que foi identificado por autores como Arbix et. al. é a questão tecnológica das empresas brasileiras. Como é o atual cenário tecnológico das empresas do país e elas estariam abertas a novas tecnologias?

[...] 48% das empresas brasileiras adotam tecnologias digitais em sua produção [...], no entanto as empresas brasileiras ainda estão longe da adoção intensiva da automação, prototipagem rápida ou impressão 3D, assim como da utilização de serviços em nuvem, características essenciais para a sustentação da manufatura avançada. (ARBIX et. al., 2017, p. 45).

Pensando nesse quesito, e já identificando esse aspecto como um dos pontos principais de desafios do Brasil na implementação da Indústria 4.0, a agenda do país conta com um investimento de R\$ 30 milhões, que serão voltados para o desenvolvimento das Fábricas do Futuro que, em parceria com institutos federais e estaduais de fomento. Essas Fábricas do Futuro servirão como modelos base e de teste para soluções inovadoras que, futuramente, poderão ser implementados no processo produtivo das empresas brasileiras. Essa iniciativa busca trabalhar com o alto grau de investimento e alto risco que empresas teriam em fazer esses testes e implementar as novas tecnologias e soluções da Indústria 4.0 de forma autônoma. (BRASIL, 2018).

Outro ponto que o governo irá tentar trabalhar é a conexão entre indústrias e startups, por meio do projeto Startup Indústria 4.0, desenvolvido pela ABDI. Esse projeto irá investir R\$ 30 milhões até 2019, entre recursos públicos e privados, “[...] para que empresas nascentes desenvolvam soluções tecnológicas para as indústrias nacionais”. (BRASIL, 2018). Em resumo, essa etapa servirá para incentivar a troca de demanda das empresas para a Indústria 4.0 e Startups que possam criar e fornecer essas necessidades.

Entre as outras etapas da agenda brasileira estão o mercado de trabalho e a educação 4.0, que visam a criação de uma agenda para entendimento das mudanças que irão decorrer, referente a Indústria 4.0, em quesitos como demanda de mercado e novas competências necessárias, visando qualificar o trabalhador para a nova revolução industrial. (INDUSTRIA 4.0, [2019?]). A grande fonte de investimento para as empresas que quiserem aderir à Indústria 4.0 será feita por órgãos como BNDES, FINEP e BASA, que irão ofertar linhas de crédito diferentes para empresas que buscam modernizar seus esquemas produtivos. (BRASIL, 2018).

Com a chegada de novas metodologias, o governo adicionou também ao plano de implementação, a etapa na qual irá tratar das normais legais, reformando-as para incentivar e agilizar tudo relacionado à Indústria 4.0. (INDUSTRIA 4.0, [2019?]). Por fim, o objetivo da agenda também é potencializar o comércio internacional do país, com algumas ações de redução da alíquota de imposto de importação para, principalmente, robôs industriais, além de incluir a Indústria 4.0 em todos os acordos bilaterais que o país tem e, também, buscar cooperações bilaterais com países do Mercosul ou outros blocos. (INDUSTRIA 4.0, [2019?]).

O Quadro 2 sintetiza todas as etapas da agenda brasileira para a Indústria 4.0, assim como seus objetivos, investimentos, metas e datas previstas para acontecerem. Os dados foram retirados do site oficial do governo para a Indústria 4.0.

Quadro 2 - Etapas da Agenda Brasileira para a Indústria 4.0

<b>Etapa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Investimento</b>	<b>Meta</b>	<b>Cronograma</b>
<b>Difusão de Conteúdo</b>	Projetos de comunicação, palestras, seminários e workshops sobre Indústria 4.0, tendo como objetivo a disseminação dos conceitos da nova indústria para as empresas brasileiras.	R\$ 25 Milhões	-	-
<b>Auto Avaliação</b>	Plataforma para a avaliação da empresa referente a Indústria 4.0, incluindo o contexto tecnológico dessa empresa.	-	3 mil empresas atendidas	2018-2019
<b>HUB 4.0</b>	Achar empresa que possa fornecer a tecnologia necessária e identificada na etapa 2.	R\$ 35 Milhões	3 mil empresas atendidas	2018-2019
<b>B+P 4.0</b>	Fortalecer o programa Brasil mais Produtivo e focar em ajudar empresas de pequeno porte na digitalização e implementação das tecnologias necessárias para implementar a Indústria 4.0.	-	1.5 mil empresas atendidas	2018-2019
<b>Fábricas do Futuro</b>	Fábricas que irão servir como modelo de base e teste para novas soluções tecnológicas.	R\$ 30 Milhões	20 Fábricas do Futuro	-
<b>Conexão Startup-Indústria 4.0</b>	Incentivar a troca de demanda das empresas para a Indústria 4.0 e Startups que possa criar e fornecer essas necessidades.	R\$ 30 Milhões	50 indústrias e 100 startups apoiadas.	2018-2019
<b>Mercado de Trabalho e Educação 4.0</b>	Criação de uma agenda para entendimento das mudanças que irão decorrer referente a Indústria 4.0 em quesitos como, demanda de mercado, novas competências necessárias visando qualificar o trabalhador para a nova revolução industrial.	-	-	-

<b>Regras do Jogo</b>	Fase que diz respeito a reformas de normas legais para incentivar e acelerar a implementação da Indústria 4.0.	-	-	-
<b>Financiabilidade</b>	Parceira com órgãos como BNDES, FINEP, BASA que irão ofertar linhas de crédito diferentes para empresas que buscam modernizar seus esquemas produtivos.	-	-	-
<b>Comércio Internacional 4.0</b>	Intensificar o comércio internacional com as iniciativas Zeroing e a Redução da alíquota do imposto de importação, principalmente, de robôs industriais.	R\$ 200 Milhões	-	31/12/2020

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Indústria 4.0 [2019?].

Como vemos no Quadro 2, as etapas do cronograma geral da Agenda Brasileira foram ordenadas e apresentam seu objetivo, investimento, meta e seu próprio cronograma de atuação. É importante ressaltar que várias etapas do cronograma têm metas para serem atingidas até o ano de 2019. Porém, a fase da criação da plataforma HUB 4.0, por exemplo, no qual foram investidos R\$ 35 Milhões de reais, já foi lançada no mês de julho de 2018 pelo governo brasileiro.

## 2.4 MUDANÇAS NAS EMPRESAS E NO MERCADO DE TRABALHO

Esta seção tem como objetivo apresentar as principais mudanças, em nível empresarial e no mercado de trabalho, decorrentes da nova revolução industrial. Por sua vez, as mudanças apresentadas e apontadas têm como base trabalhos, estudos e matérias da área de autores como Schwab, Toro, Barandiaran, Posada, entre outros.

Este subcapítulo será dividido em duas partes: na primeira serão apresentadas as mudanças esperadas para as empresas que aderirem a Indústria 4.0 e na segunda parte serão apresentadas as mudanças que são esperadas e, como impactarão, o mercado de trabalho no cenário da Indústria 4.0.

### 2.4.1 Mudanças nas Empresas

As mudanças esperadas que podem ocorrer nas empresas é um tópico relevante abordado na literatura, visto que a Indústria 4.0 mostra, cada vez mais, que irá impactar de maneira ampla o modo de como as empresas atuam. As mudanças que a nova revolução irá trazer para as empresas que a ela aderirem são inúmeras, porém, as dificuldades de implementar o novo modelo de indústria podem ser tão numerosas quanto suas vantagens. Segundo Frey e Osborne (2013 apud Schwab, 2016a, p. 46), “[...] o grande impacto da quarta revolução industrial sobre os mercados de trabalho e locais de trabalho em todo o mundo é quase inevitável”.

Autores como Toro, Barandiaran e Posada (2015, p. 363, tradução nossa) citam um dos desafios que pode ser encontrado pelas empresas:

O sentimento da maioria dos gerentes de empresas de manufatura é que essa nova revolução deve ser implementada o mais rápido possível, a fim de aprimorar suas linhas de manufatura com a tão desejada inteligência prometida. No entanto, a realidade de muitas das empresas citadas é que elas têm que lidar com a existência de sistemas legados e soluções monolíticas que, no melhor dos casos, só forneceriam interconectividade limitada, fornecendo logs de dados bastante básicos em formatos exóticos.

O relatório divulgado pelo Portal da Indústria (4 MUDANÇAS..., 2017), apresenta as principais tecnologias e os impactos esperados pela implementação e uso das mesmas dentro das empresas. As tecnologias citadas são: robótica avançada, novos materiais, Inteligência Artificial, computação em nuvem,

manufatura aditiva/híbrida, Internet das Coisas (IoT), impressão 3D e Big Data. Entre os impactos esperados está a “Redução nos custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40%, diminuição no consumo de energia entre 10% e 20% e aumento entre 10% e 25% na produtividade do trabalho”. (4 MUDANÇAS..., 2017).

Entre outras mudanças estariam cinco alterações estruturais relevantes dentro da empresa e do seu processo produtivo:

- I. Maior orientação da demanda para os países em desenvolvimento em razão, principalmente, da aceleração do crescimento destes;
- II. Proliferação de produtos para atender à fragmentada demanda dos consumidores;
- III. Aumento da importância dos serviços de alto valor agregado;
- IV. Maior pressão sobre a oferta de recursos naturais, que poderá se estender para diversas regiões do mundo;
- V. Cadeias produtivas e processos mais eficientes e sustentáveis. (MGI 2012 apud DAUTD; WILLCOMX, [2019?], p. 08).

Em um dos seus estudos, os autores Toro, Baradiaran e Posada (2015) identificam três questões que todas as empresas devem responder antes de implementar e aderir a Indústria 4.0. Segundo os autores, as empresas devem, principalmente, se conhecer e conhecer suas capacidades, assim como também identificar sua abertura à mudanças.

Uma das perguntas, conforme os autores, é um passo importante para a empresa identificar em que estágio da evolução da Indústria 4.0 está procurando se encaixar nas fases de implementação da nova indústria. Sendo assim, a primeira pergunta seria: “Qual o status atual da minha companhia?”. (TORO; BARADIARAN; POUSADA, 2015).

A segunda pergunta é focada em identificar a necessidade da empresa ao aderir a Indústria 4.0. “O que eu preciso prestar atenção para implementar a nova revolução industrial na empresa?”. (TORO; BARADIARAN; POUSADA, 2015). Essa carência pode variar desde a implementação de softwares/hardwares ou a necessidade de focar em cibersegurança, identificando assim, qual é a grande necessidade da empresa no novo modelo de indústria.

Por último, os autores fazem a pergunta: “Como envolver a experiência e os tomadores de decisão e, eventualmente, rentabilizar o know-how da empresa que atualmente está na cabeça dos especialistas da empresa?”. (TORO; BARADIARAN; POUSADA, 2015). Essa questão tem o foco de a empresa conseguir aprender a

rentabilizar e trazer o know-how para a Indústria 4.0 e, possivelmente, potencializá-lo dentro da organização.

Os autores Stock e Seliger (2016, p. 537, tradução nossa) caracterizam três paradigmas da Indústria 4.0 dentro das empresas, sendo eles, “A integração horizontal em toda cadeia de valor, a engenharia end-to-end em todo o ciclo de vida do produto e a integração vertical e networking de sistemas manufatureiros”.

Ainda, segundo Stock e Seliger (2016), as principais mudanças dentro da empresa irão ocorrer em diferentes áreas, que eles classificam em: equipamento, humano, organizacional, processo e produto. Em equipamento os autores centram suas atenções para as mudanças de equipamentos na manufatura que “[...] serão caracterizados pela aplicação de alta automação de ferramentas e robôs”. (STOCK; SELIGER, 2016, p. 539, tradução nossa).

No quesito organizacional, os autores citam que a complexidade das empresas irá aumentar e a tomada de decisões dentro dela deverá “[...] sair de um ponto centralizado para instâncias mais descentralizadas, mas a decisão por si só será feita pelos trabalhadores diretos ou até mesmo pelas máquinas, no campo de inteligência artificial”. (STOCK; SELIGER, 2016, p. 539, tradução nossa).

No aspecto de processo, os autores dão atenção a inovações como impressão 3D que terá um papel importante nos novos moldes das empresas da Indústria 4.0, como citam “[...] já que os custos da manufatura aditiva estão caindo rapidamente nos últimos anos, aumentando simultaneamente em termos de velocidade e precisão”. (STOCK; SELIGER, 2016, p. 539, tradução nossa).

No âmbito de aspecto de produto as mudanças citadas visam, principalmente, a questão de padrões únicos que atendam as necessidades individuais de cada cliente, visto que a Indústria 4.0 conseguirá trazer mais flexibilidade à linha de produção, saindo de uma produção em massa, para uma produção mais customizada. “O produto físico também irá combinar com novos serviços oferecendo funcionalidades e acesso ao invés de um produto [...]”. (STOCK; SELIGER, 2016, p. 539, tradução nossa).

Rübmann et. al. (2015) comentam que o processo produtivo vai ser mais flexível, resultando, por exemplo, na diminuição do preço, para produzir pouca quantidade de um produto. É importante ressaltar que os autores citam como principal motivador dessa flexibilidade na linha de produção as máquinas/robôs, que

de forma autônoma irão conseguir se comunicar e tomar algumas decisões durante o processo.

Entre as principais mudanças que as empresas devem aderir para implementar a Indústria 4.0, o Portal da Indústria (4 MUDANÇAS..., 2017) cita a interoperabilidade, que seria a comunicação entre as máquinas produtivas e IoT, a transparência informacional, a assistência técnica e a descentralização de decisões. A assistência técnica se baseia na ideia de que as pessoas tenham um suporte técnico na tomada de decisões, por meio de sistemas que tragam informações atualizadas e esses mesmos sistemas devem “[...] realizar tarefas desagradáveis, cansativas ou perigosas que atualmente são feitas por pessoas”. (4 MUDANÇAS..., 2017). No quesito de descentralização de decisões, o Portal da Indústria (4 MUDANÇAS..., 2017) cita que as decisões devem ser feitas, sempre que possível, por sistemas digitais.

#### **2.4.2 Mudanças no Mercado de Trabalho e Empregos do Futuro**

Estudos como o lançado pela GV Executivo (2018) apontam dados que mostram que os tipos de empregos tendem a mudar na nova era da Indústria 4.0. Segundo o estudo: “[...] em países como Estados Unidos, Japão, Reino Unido e Alemanha, a proporção de empregos em risco prevista para as próximas duas décadas gira entre 37% e 47%”. (INOVAÇÃO..., 2018, p. 41).

As profissões que sofrerão mais mudanças, segundo o relatório da GV Executivo (INOVAÇÃO..., 2018), são postos de trabalho, a maioria da classe média, incluindo desde empregos no ramo de contabilidade, telecomunicações, corretoras de imóvel e construção civil, que terão a adesão da inteligência artificial e automação. Os empregos do futuro virão com a exigência de novas competências, podendo abrir, no mercado de trabalho, ainda mais oportunidades ao invés de fechar.

O GV Executivo (INOVAÇÃO..., 2018) ainda acredita que áreas de trabalho com base na criatividade, no empreendedorismo e na inovação não serão impactadas diretamente pela automação e pelas mudanças decorrentes da implementação da Indústria 4.0.

Os trabalhos restantes no setor de manufatura irão conter mais conhecimento de trabalho como também curto termo e hard-to-plan tasks.

os trabalhadores têm que monitorar cada vez mais os equipamentos automatizados, estão sendo integrados na tomada de decisão descentralizada e estão participando de atividades inovadoras como parte da engenharia de ponta a ponta. (STOCK; SELIGER, 2016, p. 539, tradução nossa).

Um relatório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) (2018) apontou 30 novas profissões que devem nascer da Quarta Revolução Industrial, e as áreas mais atingidas:

A previsão é que surjam 30 novas ocupações em oito áreas que devem sofrer o maior impacto da chamada Indústria 4.0, termo utilizado para a integração do mundo físico e virtual por meio de tecnologias digitais, como Internet das Coisas, big data e inteligência artificial. (SENAI, 2018).

No Quadro 3 podemos identificar as futuras profissões, de acordo com cada área. O mesmo estudo aponta que novas competências também irão surgir no decorrer da nova revolução, visto que serão necessárias para operar, principalmente, a interconectividade da Indústria 4.0. “O técnico em química [...] terá de adquirir conhecimentos básicos em nanotecnologia e em sistemas digitais, assim como ter pensamento crítico, adaptabilidade, flexibilidade [...]”. (SENAI, 2018).

Quadro 3 - Profissões do futuro

<b>Setor automotivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecânico de veículos híbridos;</li> <li>- Mecânico especialista em telemetria;</li> <li>- Programador de unidades de controles eletrônicos;</li> <li>- Técnico em informática veicular.</li> </ul>
<b>Setor de alimentos e bebidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnico em impressão de alimentos;</li> <li>- Especialista em aplicações de TIC para rastreabilidade de alimentos;</li> <li>- Especialista em aplicações de embalagens para alimentos.</li> </ul>
<b>Setor de construção civil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrador de sistema de automação predial;</li> <li>- Técnico de construção seca;</li> <li>- Técnico em automação predial;</li> <li>- Gestor de logística de canteiro de obras.</li> </ul>
<b>Setor têxtil e vestuário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnico de projetos de produtos de moda;</li> <li>- Engenheiro em fibras têxteis;</li> <li>- Designer de tecidos avançados.</li> </ul>

<b>Setor de tecnologia da informação e comunicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analista de IoT (internet das coisas);</li> <li>- Engenheiro de cibersegurança;</li> <li>- Analista de segurança e defesa digital;</li> <li>- Especialista em big data e Engenheiro de Softwares.</li> </ul>
<b>Setor de máquinas e ferramentas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetista para tecnologias 3D;</li> <li>- Operador de High Speed Machine;</li> <li>- Programador de ferramentas;</li> <li>- Técnico de manutenção em automação.</li> </ul>
<b>Setor químico e petroquímico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnico em análises químicas com especialização em análises instrumentais automatizadas;</li> <li>- Técnico especialista no desenvolvimento de produtos poliméricos;</li> <li>- Técnico especialista em reciclagem de produtos poliméricos.</li> </ul>
<b>Setor de petróleo e gás</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especialista em técnicas de perfuração;</li> <li>- Especialistas em sismologias e geofísica de poços;</li> <li>- Especialistas para recuperação avançada de petróleo.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora, com base em SENAI (2018).

Schwab (2016a, p. 43) comenta que “Diferentes categorias de trabalho, particularmente aquelas que envolvem o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizadas”. Em comparação com as mudanças decorrentes das outras revoluções, o autor cita que essa revolução “[...] parece estar criando menos postos de trabalho nas novas indústrias” (SCHWAB, 2016a, p. 43).

## 2.5 OPORTUNIDADES, VANTAGENS, DESAFIOS E DESVANTAGENS DA INDÚSTRIA 4.0

Como toda revolução, essa chega junto com oportunidades e desafios, vantagens e desvantagens, que todos irão enfrentar com sua implementação. Diante disso, nesta parte do trabalho serão apresentadas as principais vantagens e oportunidades citadas por autores que estudam a Indústria 4.0. Em seguida serão expostos os receios dos autores perante a Quarta Revolução Industrial, apresentando desvantagens e desafios que precisaremos ultrapassar para conseguir acompanhar e aproveitar, por completo, a nova revolução industrial.

Com um impacto esperado em vários ambientes e em vários níveis, as oportunidades e vantagens, assim como os desafios e desvantagens decorrentes da Indústria 4.0, também serão encontradas em vários cenários. Conforme comentam

Schwab e Davis (2018, p. 64), “Os benefícios e riscos dessas tecnologias se relacionam a questões importantes como a desigualdade, o emprego, a democracia, a soberania, a saúde, a segurança e o desenvolvimento econômico”.

### **2.5.1 Oportunidades e Vantagens da Indústria 4.0**

A Indústria 4.0 prenuncia um cenário de mudanças consideráveis no âmbito empresarial, assim como também, no âmbito social. Visando essas mudanças, o autor Schwab (2016b, p. 03, tradução nossa) comenta que a Indústria 4.0 tem o “[...] potencial para aumentar a renda global e melhorar a qualidade de vida das populações em todo o mundo”. Ele ainda acrescenta que a Quarta Revolução Industrial detém:

[...] o potencial para aumentar o crescimento econômico e para aliviar um pouco alguns dos maiores desafios mundiais [...]. Precisamos, no entanto, também reconhecer e gerir os impactos negativos que ela pode trazer em relação à desigualdade, ao emprego e ao mercado de trabalho. (SCHWAB, 2016a, p. 41).

Uma das mudanças direta e esperada da Indústria 4.0 é a adesão das empresas para uma linha de produção automatizada que, por sua vez, trará vantagens diretas na eficiência logística da empresa. Conforme citam os autores Rübmann et. al. (2015), a Indústria 4.0 é uma grande oportunidade para “[...] produtores inovadores, fornecedores de sistemas e regiões inteiras”. (RÜBMANN et. al., 2015, p. 13, tradução nossa).

Com uma linha de produção mais automatizada, com equipamentos e robôs de alta automação, será possível ter flexibilidade e adaptação para mudanças na criação da cadeia de valor da empresa. (STOCK; SELIGER, 2016). Os autores Rübmann et. al. (2015, p. 09, tradução nossa) complementam dizendo que, uma das oportunidades do novo modelo de indústria será a “[...] flexibilidade, rapidez, produtividade e qualidade do processo produtivo. Ela estabelece base para a adoção de novos modelos de negócios, processos produtivos e outras inovações”.

Além da mudança produtiva citada acima, os autores Stock e Seliger (2016) identificam na nova revolução industrial a oportunidade de um ambiente produtivo mais sustentável. Para eles, a Indústria 4.0 permite o surgimento de mais empresas e modelos de produção sustentável, baseados na ideia de aproveitar melhor o uso

das tecnologias, como *smart data*, para criar novos serviços e moldes de produção. “A Indústria 4.0 tem uma grande oportunidade para realizar uma cadeia de valor industrial sustentável em três dimensões: econômica, social e do meio ambiente” (STOCK; SELIGER, 2016, p. 541, tradução nossa).

Nessa mesma linha de pensamento, o autor Schwab (2016a) usa o exemplo que antigamente uma empresa, ao fazer um investimento *verde*, esse investimento somente era considerado rentável, ou até mesmo aceitável, se este fosse subsidiado e incentivado pelo governo. No cenário atual, é cada vez mais rentável e acessível investir em questões ecológicas, visto que os avanços tecnológicos estão acontecendo de forma mais barateada e ágil, o que impulsiona o uso das mesmas como, por exemplo, a impressão 3D, que está cada vez mais acessível para as empresas.

Em um escopo mais geral de oportunidades da Indústria 4.0, Schwab (2016a, p. 40) comenta que a mesma:

[...] oferece a oportunidade de integrar à economia global as necessidades não satisfeitas de 2 bilhões de pessoas, criando demandas adicionais para serviços e produtos existentes ao capacitar e conectar, umas com as outras, as pessoas e comunidades de todo o mundo.

Um dos principais tópicos citados quando nos referimos a desafios referentes à Indústria 4.0, é o possível *espaço* que ela irá criar entre países que conseguirem se adaptar a ela e aqueles que não vão conseguir implementá-la, seja por questões de planejamento ou, simplesmente, por ainda nem terem usufruído, por completo, as revoluções anteriores e agora *pular* até a Quarta Revolução seria é um passo muito grande. Porém, por outro lado, Schwab e Davis (2018, p. 94) defendem que ela pode impulsionar, de forma mais fácil e ágil, países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos:

[...] a união das tecnologias [...] com as reformas institucionais permitirá que as economias “saltem” as anteriores abordagens tecnologicamente orientadas, fazendo com que as economias em desenvolvimento avancem mais rapidamente do que se usassem as vias tradicionais da industrialização.

No relatório divulgado pela Endeavor Brasil, Grilletti (2017) cita aspectos como: o aumento de produtividade, por meio da otimização e da automação, a digitalização dos produtos em um ecossistema interconectado e o uso de dados

para prever o que vai acontecer antes da linha de produção parar, como umas das principais vantagens da nova fase industrial.

Ou seja, segundo especialistas, iremos enfrentar uma fase de muitas mudanças e adaptações frente à implementação da Indústria 4.0, no âmbito empresarial, porém, essas mudanças irão impactar diretamente na vida dos consumidores. Como identifica e comenta Schwab (2016a, p. 20), os consumidores serão uma das partes envolvidas que mais irá ter vantagens, uma vez que a nova revolução industrial “[...] tornou possível a existência de novos produtos e serviços que aumentam, sem praticamente nenhum custo, a eficiência de nossas vidas como consumidores”. O autor ainda complementa que isso acontece, visto que o novo modelo de indústria “[...] permite que muitas pessoas consumam mais, por um preço menor e de uma forma que, muitas vezes, torna o consumo mais sustentável e, portanto, responsável”. (SCHWAB, 2016a, p. 36).

### **2.5.2 Desafios e Desvantagens da Indústria 4.0**

Quando falamos em uma mudança que trará tamanho impacto como a nova revolução industrial, sempre nos encontramos em uma situação de desafios e desvantagens, uma vez que todo o cenário que consideramos normal irá se alterar. No caso da Indústria 4.0, ocorre ainda mais receio por parte de alguns pesquisadores e escritores:

[...] a revolução poderia gerar maior desigualdade, particularmente em seu potencial para romper os mercados de trabalho. À medida que a automação substitui o trabalho por toda a economia, a substituição dos trabalhos pelas máquinas pode aumentar a pressão entre os retornos do capital e o retorno ao trabalho. Por outro lado, também é possível que o deslocamento dos trabalhadores pela tecnologia, em conjunto, resulte em um aumento de empregos seguros e recompensadores. (BRYNJOLFSSON; MCAFEE apud SCHWAB, 2016b, p. 3, tradução nossa).

Os desafios da nova fase da indústria realmente não parecem poucos e são citados por diversos autores. Os autores Schwab e Davis (2018) identificam três grandes desafios da Indústria 4.0, sendo o primeiro deles: garantir que os benefícios da nova indústria sejam distribuídos de forma justa. Esse desafio se dá no contexto que, ao entrarmos na Quarta Revolução Industrial, há países que ainda não conseguiram usufruir e empregar, por completo, as vantagens trazidas das revoluções anteriores, assim como também a riqueza que alguns países

conseguiram, por meio do uso efetivo das revoluções anteriores, e que é algo que afeta diretamente nos dias de hoje.

Outro desafio citado seria gerenciar “As externalidades da Quarta Revolução Industrial, no que diz respeito aos seus possíveis riscos e danos”. (SCHWAB; DAVIS, p. 43, 2018). Esse desafio leva em conta os esforços necessários para proteger “[...] as populações vulneráveis, o ambiente natural e as gerações futuras contra o sofrimento que pode resultar de consequências não intencionais [...] ou dá má utilização deliberada das novas capacidades”. (SCHWAB; DAVIS, 2018, p.43).

Por último, o autor cita o desafio de garantir que a nova revolução seja liderada por humanos e para humanos. Esse desafio é sobre a questão de continuarem a serem respeitados os valores humanos e seu espaço. Os autores comentam que esse é um desafio que nenhuma outra revolução teve anteriormente, visto que essa terá base nas tecnologias que, por sua vez, “[...] podem invadir o espaço até então privado de nossa mente, ler nossos pensamentos e influenciar nosso comportamento”. (SCHWAB; DAVIS, 2018, p. 44).

Com a questão de novas oportunidades e cargos decorrentes da Quarta Revolução, surge também o debate da necessidade de novas estruturas e de novas necessidades educacionais na empresa, sendo esses um dos possíveis desafios que as empresas encontrarão ao aderir a Indústria 4.0. Autores como Rübmann et. al. (2015) citam que isso é uma questão que deverá ser resolvida, tanto por parte dos produtores, quanto dos fornecedores da empresa, uma vez que a nova revolução industrial irá impactar toda a cadeia de produção, desde fornecedores até a venda do produto/serviço. Para os autores, em relação a infraestrutura, será necessário “Modernizar a infraestrutura tecnológica, como os serviços de banda larga e móvel. [...] precisa ser rápida, segura e confiável o suficiente para que as empresas dependam dela para dados quase em tempo real”. (RÜBMANN et. al., 2015, p. 12, tradução nossa).

A questão da infraestrutura necessária para a Indústria 4.0 é citada também por Schwab e Davis (2018), que descrevem que uma das preocupações é o fosso digital dentro e entre países, visto que a questão da infraestrutura digital é uma das mais importantes para a implementação e funcionamento da Quarta Revolução Industrial. O relatório da GV Executivo (2018) complementa que no cenário brasileiro, para conseguir aproveitar as oportunidades da Quarta Revolução Industrial, um dos desafios é a mudança necessária no sistema de gestão das

empresas, que devem visar inovação, sustentabilidade e “[...] serem integradas em processos de gestão de riscos, desenvolvimento de produtos, gestão de fornecedores e desenvolvimento de pessoas”. (INOVAÇÃO..., 2018, p. 43).

No quesito educacional, será necessário “Adaptar o currículo escolar, o treinamento e os programas universitários e fortalecer as abordagens empreendedoras para aumentar as habilidades relacionadas a TI e as habilidades de inovação da força de trabalho”. (RÜBMANN et. al., 2015, p. 13, tradução nossa).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como objetivo identificar, classificar e justificar os procedimentos metodológicos escolhidos para a pesquisa apresentada neste trabalho. Primeiramente, serão apontados conceitos gerais dos métodos de pesquisa, para assim, ser possível classificá-los. Após, serão expostos os métodos escolhidos para o presente estudo, juntamente com sua justificativa. Em seguida, será apresentado um fluxo com as etapas da pesquisa e dois quadros com as perguntas que serão usadas nas entrevistas e nos questionários, mostrando sua fundamentação bibliográfica e seu objetivo.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Pode-se caracterizar uma pesquisa como “[...] o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. (GIL, 2008, p. 26). Ou como as autoras Silva e Menezes (2005, p. 20) classificam, ou seja, por “[...] um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. [...] é realizada quando se tem um problema e não se têm informações para solucioná-lo”.

A partir dessa denominação, autores como Duvenger (1962 apud Gil, 2008), classificam a pesquisa em três níveis sendo eles: descritivas, classificatórias e explicativas. Para Seltriz et. al. (1967 apud Gil, 2008), os estudos são classificados em: exploratórios, descritivos e estudos que verificam hipóteses casuais.

As autoras Silva e Menezes (2005) classificam também a natureza da pesquisa (básica ou aplicada), como a forma de abordagem do problema (pesquisa qualitativa ou quantitativa), os objetivos (pesquisa exploratória, pesquisa descritiva, pesquisa explicativa) e os procedimentos técnicos (pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa ex-post-facto, pesquisa-ação e pesquisa participante).

Como apresentado, um trabalho de pesquisa pode ser classificado em vários níveis e por diferentes características. Dentro dos procedimentos técnicos, podemos ressaltar a metodologia de estudos de casos e levantamento. Com objetivos

diferentes, esses dois métodos de pesquisas têm formas de trabalho bem distintos. O método de estudo de caso “É um estudo profundo e exaustivo de fatos, situações ou objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. (FIGUEIREDO; SOUZA, 2005, p. 92). O estudo de caso busca trabalhar com situações reais, descrevendo a situação no contexto em que ela ocorre, com um cenário já pré-definido, buscando explorar as variáveis que impactam essas situações. (GIL, 2008).

Por outro lado, o método de levantamento “[...] se caracteriza pela interrogação direta das pessoas, cujo comportamento se deseja conhecer. Basicamente, procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado [...]”. (GIL, 2008, p. 55). Já Milani et. al. (2001, p. 519) comenta que pesquisas no método de “Surveys são muito semelhantes a censos, mas deles se diferenciam porque examinam somente uma amostra da população”.

O trabalho de pesquisa aqui apresentado teve como método de trabalho o levantamento, visto que, teve como objetivo identificar uma relação entre a Indústria 4.0 e as novas práticas administrativas nas empresas em que foram coletados dados, assim como caracteriza Silva e Menezes (2005, p. 21), a pesquisa por levantamento, que é “[...] quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer”. Milani et. al. (2001, p. 119) também comenta que uma das características para a utilização de uma *survey* é procurar “[...] explicar as razões para e as fontes de eventos, características e correlações observados, a pesquisa deve assumir uma postura determinística baseada nas relações de causa e efeito [...]”.

Dentro da classificação de Silva e Menezes (2005, p. 20), esse trabalho teve natureza básica, visto que têm o objetivo de “[...] gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais”. Uma vez que, o objetivo do trabalho é identificar as possíveis mudanças que a Indústria 4.0 trouxe para as práticas administrativas e, uma vez que as mudanças geradas pela Quarta Revolução Industrial são relativamente novas e úteis para uma grande variedade de empresas e pessoas.

Na classificação perante a abordagem do problema, esse trabalho terá cunho qualitativo, que é descrito como:

Considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem. (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20).

Uma vez que não serão usadas técnicas estatísticas na análise dos dados, e os resultados reunidos foram respostas das entrevistas e, dos questionários, de pessoas pré-selecionadas, a pesquisa é classificada como qualitativa. “[...] a pesquisa qualitativa usa o texto como material empírico (em vez de números)”. (FLICK, 2009a, p. 16). O trabalho também terá cunho exploratório, visto que buscará analisar e criticar os dados coletados e não somente descrever como é o objetivo do método descritivo. Autores como Figueiredo e Souza (2005, p. 79) caracterizam a pesquisa exploratória por:

[...] investigações empíricas, porém o objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos.

Gil ainda acrescenta (2008, p. 27) que pesquisas exploratórias “São desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral [...] de determinado fato. [...] é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas [...]”.

### 3.2 MÉTODO DE TRABALHO

Segundo Gil (2008, p. 31):

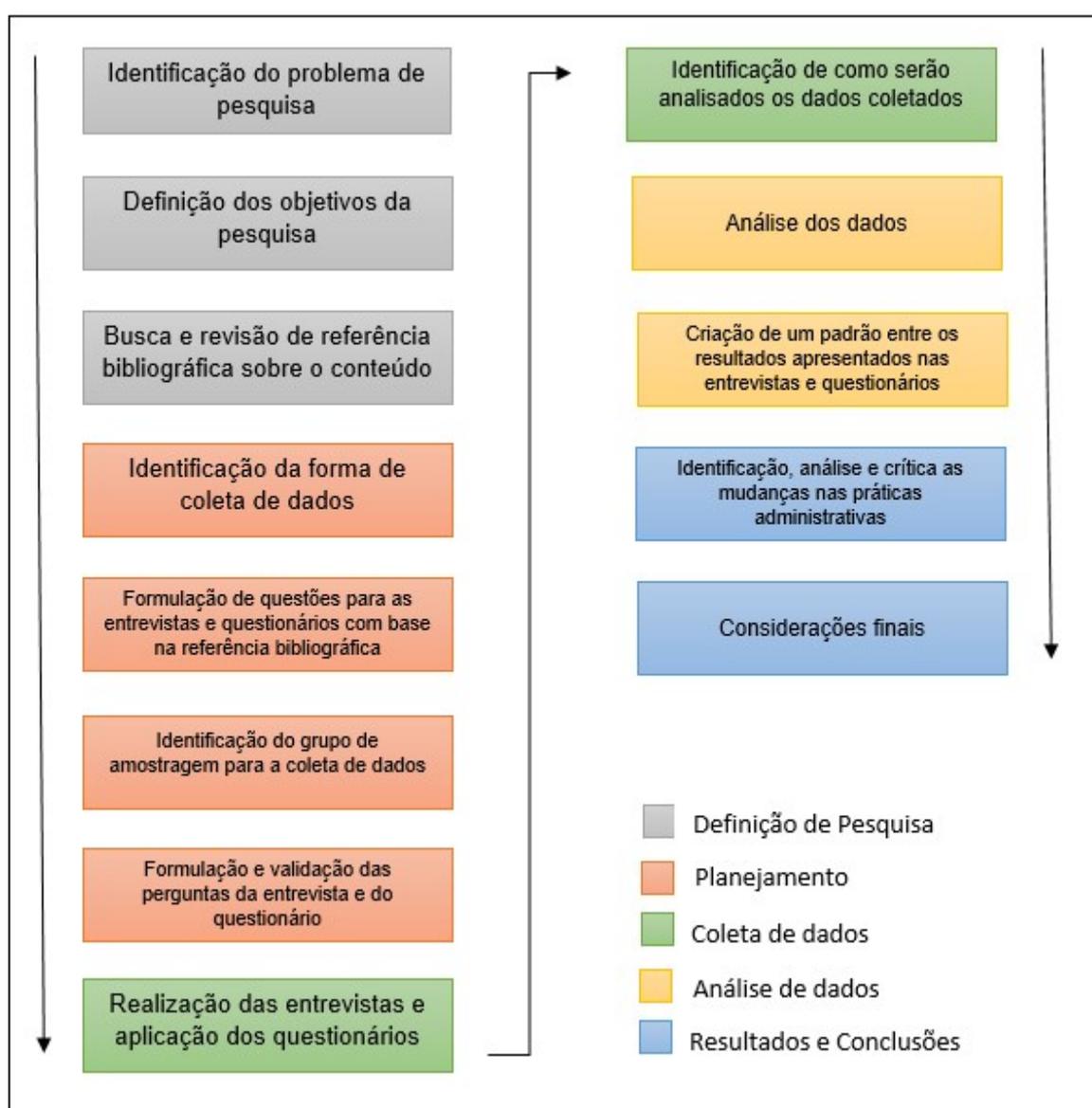
[...] todo processo de pesquisa social envolve: planejamento, coleta de dados, análise e interpretação e redação do relatório. Cada uma dessas grandes etapas pode ser subdividida em outras mais específicas, dando origem aos mais diversos esquemas.

Para as autoras Silva e Menezes (2005), a pesquisa contém 11 etapas principais, sendo elas, (1) a escolha do tema, (2) revisão do tema, (3) justificativa, (4) formulação do problema, (5) determinação de objetivos, (6) metodologia, (7) coleta

de dados, (8) tabulação de dados, (9) análise e discussão dos resultados, (10) conclusão da análise e (11) redação e apresentação do trabalho científico.

Seguindo a base bibliográfica pesquisada, o método de pesquisa desse trabalho se deu em cinco grandes etapas, sendo elas: definição de pesquisa, planejamento, coleta de dados, análise de dados, resultados e conclusões. Dentro de cada uma dessas etapas há, pelo menos, dois passos que foram executados, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

As etapas apresentadas no fluxo da Figura 3 serão descritas nas seções subsequentes do presente trabalho, apresentando o porquê de cada fase, juntamente com a justificativa bibliográfica para cada etapa.

### **3.2.1 Definição de Pesquisa**

O trabalho aqui apresentado teve como fase inicial a definição de pesquisa que seria seguida. Dentro dessa etapa foram identificados o problema de pesquisa e os objetivos da mesma, ocorrendo uma busca e revisão de material bibliográfico sobre o conteúdo. Como apresentado no capítulo 1, o problema de pesquisa se baseia na Indústria 4.0 e as mudanças que ela poderá acarretar no ambiente administrativo. Como justificativa para a necessidade dessa pesquisa ser realizada, está a relevância atual do assunto, tanto no ambiente profissional, como no acadêmico, baseado em números atuais de trabalhos acadêmicos sobre o assunto, número de empresas que estão aderindo ao novo molde de indústria e, ademais, países que estão incentivando a nova revolução industrial.

No capítulo 2 se encontra o referencial teórico, no qual ocorre uma revisão bibliográfica do tema. Esse capítulo foi dividido em cinco subtópicos, que apresentaram o conceito da Indústria 4.0, os principais países que estão na corrida da Quarta Revolução Industrial, assim como, uma apresentação do cenário atual do Brasil nessa corrida. Também houve apresentação das principais mudanças nas empresas e no mercado de trabalho e, por fim, uma comparação com base em autores como Stock e Seliger, Schwab e Rübmann et. al., que apresentam as principais oportunidades e vantagens da nova indústria e, também, os pontos cruciais de desvantagem e desafios que irão ter que ser transpassados.

Sendo assim, o capítulo 2 tem como objetivo trazer dados, juntamente com uma base bibliográfica abrangente sobre o assunto da pesquisa, identificando os seus maiores envolvidos, os impactos que a Indústria 4.0 trará e o cenário dos principais países perante a mesma, terminando a fase de definição do problema, sendo possível passar para a etapa de planejamento da pesquisa.

### 3.2.2 Planejamento

A etapa de planejamento deste trabalho contou com quatro procedimentos. O primeiro foi a identificação da forma em que ocorreria a coleta de dados para a análise futura. A escolha correta da técnica de coleta de dados influencia diretamente o desempenho da pesquisa. Como Silva e Menezes (2005, p. 33) escrevem, “A definição do instrumento de coleta de dados dependerá dos objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado”. Sendo assim, a escolha do método de coleta de dados do presente trabalho teve que levar em conta os objetivos desta pesquisa, assim como, a metodologia escolhida para realizá-la, nesse caso, uma pesquisa de formato *survey*.

Assim que ocorreu a identificação do método de coleta de dados, foram formuladas questões para as entrevistas e questionários, principais formas escolhidas para a coleta de dados para essa pesquisa qualitativa. Estas perguntas foram formuladas com alguns cuidados como, por exemplo, em relação à natureza das perguntas que, segundo Figueiredo e Souza (2005), devem ser impessoais e direcionadas, além de evitar que influencie o respondente na sua resposta.

As perguntas que compõem a entrevista e os questionários foram desenvolvidas com base na bibliografia pesquisada sobre esse tema e questionaram, principalmente, os aspectos que foram encontrados nos materiais de autores da área, para ser usada uma base de referência e que, possivelmente, vá trazer um resultado mais focado, podendo assim haver uma comparação entre o material referencial e as atividades práticas das pessoas que responderem ao questionário. Além disso, foi necessário também definir as características das perguntas que iriam ser realizadas nas entrevistas e no questionário, podendo ser abertas, fechadas e, no caso do questionário, de múltipla escolha. (SILVA; MENEZES, 2005).

Assim como é de extrema importância a escolha do método correto para a coleta de dados, é de suma importância também a escolha da forma correta de identificar a amostragem que será alvo da coleta de dados. Como essa pesquisa é caracterizada como um levantamento foi necessário identificar uma amostragem de pessoas que iriam participar da coleta de dados. Silva e Menezes (2005) classificam amostras como probabilísticas e não probabilísticas, sendo assim, foi necessário

estudar as duas formas de amostras para identificar a que melhor complemente a pesquisa do presente estudo.

Após a criação das perguntas e seus modelos, ocorreu a formulação e a validação da entrevista e do questionário, etapa importante para o resultado efetivo da pesquisa final. A validação tem como função mostrar possíveis falhas, tanto na ortografia do questionário, quanto na complexidade das perguntas feitas, no excesso de questões, na desnecessidade de algumas perguntas e, até mesmo, testar se o questionário ficará cansativo para ser respondido. (GIL, 2008). A amostra de coleta de dados que foi selecionada para essa pesquisa, juntamente com a escolha e o porquê da seleção de amostragem, será descrita mais afundo na subseção (3.3).

### **3.2.3 Coleta de Dados**

Na terceira fase da pesquisa foram realizadas as entrevistas e aplicados os questionários já validados para o grupo de amostragem, pré-definido na etapa de planejamento. Com os questionários aplicados, as entrevistas finalizadas e as respostas de todos os respondentes coletadas, posteriormente, foi identificado o melhor método de análise dos dados coletados, obtendo um melhor aproveitamento dos dados e dos possíveis acréscimos nos resultados da pesquisa aqui apresentada.

### **3.2.4 Análise de Dados**

A quarta etapa da construção deste trabalho teve enfoque na análise dos dados coletados na etapa anterior. A análise dos dados ocorre em três fases, sendo elas: “[...] (a) pré-análise; (b) exploração do material; e (c) tratamento dos dados, inferência e interpretação”. (BARDIN, 1977, p. 95 apud GIL, 2008, p. 152). Dentro dos resultados analisados, foi necessário criar um padrão para identificar as respostas em comum entre os respondentes e, também, identificar uma gama de respostas significativas dentre todas as obtidas.

A subseção 3.4 deste trabalho irá apresentar de forma mais completa como ocorreu a análise de dados, assim como, a escolha de métodos para a análise da presente pesquisa.

### **3.2.5 Resultados e Conclusões**

A etapa final deste trabalho busca apresentar os resultados e as conclusões que foram alcançadas pela pesquisa. Dentro desta etapa ocorreram duas fases, sendo a primeira a identificação, análise e crítica sobre as mudanças nas práticas administrativas na Indústria 4.0, que é o objetivo deste estudo. E na segunda e, última fase, foram apresentadas as considerações finais do presente projeto de pesquisa.

### **3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS**

Conforme foi apresentado, a pesquisa deste trabalho tem cunho qualitativo, exploratório e é classificada como Survey/Levantamento. Os métodos de coleta de dados variam de acordo com os objetivos e características de cada pesquisa, por esse motivo, esta parte do trabalho terá como objetivo identificar os métodos de coleta, de acordo com a classificação da pesquisa, e justificar o porquê da escolha de tal método.

Em uma segunda parte, serão identificados os processos que foram utilizados, com base referencial, para a seleção ideal de amostragem de pesquisa. Após, serão apresentadas as questões usadas no questionário e seus objetivos para o presente estudo.

#### **3.3.1 Definição do Método de Coleta de Dados**

A escolha do método de coleta de dados é influenciada diretamente pelas características da pesquisa. Conforme Silva e Menezes (2005, p. 33) comentam, “A definição do instrumento de coleta de dados dependerá dos objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado”. Entre os principais métodos de coleta estão a observação, que pode ser subdividida em sete modelos, a entrevista, que pode apresentar dois modelos de estruturas, o questionário, que pode apresentar modelos diferentes de perguntas e o formulário. (SILVA; MENEZES, 2005).

Gil (2008, p. 55) classifica o levantamento como uma:

[...] interrogação direta das pessoas, cujo comportamento se deseja conhecer. [...] procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para em seguida, [...], obter as conclusões correspondentes dos dados coletados.

Para Forza (2002), os principais métodos de coleta de informações em um levantamento se dão por meio de e-mails, questionários, telefonemas, entrevistas, entre outros. Levando em consideração essa classificação de autores citados acima, esta pesquisa aplicou dois principais métodos de coleta de dados, ou seja, as entrevistas e os questionários.

A entrevista é caracterizada por Figueiredo e Souza (2005) como uma conversa frente a frente com o entrevistado, que é alguém que tenha informações relevantes para o resultado da pesquisa. Essa conversa, segundo os autores, pode ser uma entrevista dirigida, no qual se percorre um roteiro já estabelecido, ou uma entrevista não dirigida, que tem base no discurso livre sem seguimento de um roteiro. Uma vantagem apresentada pelo autor Flick (2009b, p. 143) em usar a entrevista aberta como modo de coleta de dados é "(...) mais provável que os pontos de vista dos [...] entrevistados sejam expressos em uma [...] entrevista com um planejamento aberto do que em uma entrevista padronizada ou em um questionário".

Essa pesquisa usou, predominantemente, a técnica de entrevista dirigida, para que sejam abordados temas que já estão previamente definidos e que se deseja debater para acrescentar ao resultado da pesquisa, buscando "[...] que só sejam feitas indagações pertinentes e relevantes ao tema-problema". (FIGUEIREDO; SOUZA, 2005, p. 87).

A presente pesquisa utilizou dois roteiros de pergunta, tanto para as entrevistas realizadas, como também para os questionários aplicados. Como os entrevistados desta pesquisa foram divididos em dois grupos, que serão apresentados no tópico 3.3.2, foi identificada a necessidade de indagar perguntas diferentes para o melhor entendimento das situações e dos diferentes cenários, que os grupos de entrevistados apresentavam.

As perguntas utilizadas durante as entrevistas foram perguntas dirigidas, mas com abertura, sendo assim, uma entrevista aberta, mas focalizada em alguns aspectos. As entrevistas para essa pesquisa tiveram como base as perguntas apresentadas nos Quadros 4 e 5 e ocorreram de forma presencial e via telefonemas,

para manter-se a questão de indagação direta com o entrevistado, mesmo que por meio eletrônico.

A outra técnica de coleta de dados utilizada na presente pesquisa foi o questionário. O questionário é uma técnica em que se busca traduzir, em questões específicas, o objetivo da pesquisa que são submetidas para pessoas específicas, das quais queremos entender suas ações, ideias, conhecimentos, entre outros. (GIL, 2008). As autoras Silva e Menezes (2005) descrevem o questionário como um conjunto de questões que serão respondidas por escrito. Elas complementam que o questionário deve ser claro, tanto em questão de informações, quanto em instruções, facilitando o preenchimento correto das questões pelas pessoas em que serão aplicados.

A formulação de um questionário deve levar em conta as características de perguntas que serão usadas, podendo ser abertas, fechadas e de múltipla escolha. (SILVA; MENEZES, 2005). Levando em conta o objetivo desta pesquisa, as questões que foram utilizadas no questionário aplicado, foram de cunho aberto. A escolha de perguntas abertas se dá pelo motivo de que oferecem liberdade de resposta ao respondente, mesmo ocorrendo maior dificuldade em padronizar os resultados. (GIL, 2008).

Uma vez que foram decididas as características das questões, é importante dar ênfase no conteúdo em que elas irão apresentar. Gil (2008) comenta que as perguntas podem se referir a fatos, crenças e atitudes, comportamentos, sentimentos e padrões de ação. Buscando objetivar o foco desta pesquisa, segundo essa classificação, as questões formuladas para o questionário serão com conteúdo de padrões de ação, visto que será necessário identificar ações que se alteraram no contexto empresarial, devido à Indústria 4.0. Para seguir um padrão, as perguntas utilizadas para o questionário foram as mesmas formuladas para as entrevistas.

Quadro 4 - Perguntas para entrevista e questionário para empresas que aderiram a inovações da Indústria 4.0

<b>Pergunta</b>	<b>Objetivo da pergunta</b>	<b>Base referencial bibliográfica</b>
<b>Qual a intenção da empresa ao aderir a Indústria 4.0 e suas novas tecnologias?</b>	Buscar identificar por qual razão foram implementadas as mudanças nas empresas.	Levantamento da CNI, apresentado no relatório da GV Executivo (2018).
<b>Ocorreu algum auxílio de programas de incentivo governamentais para a implementação das mudanças?</b>	Entender a real participação do governo federal na prática para o fomento da Indústria 4.0 no Brasil.	Agenda Brasileira para a Indústria 4.0.
<b>Quais os elementos pertencentes à Indústria 4.0 que são encontrados na sua empresa?</b>	Pré-classificar as respostas dos participantes dessa pesquisa, comparando mudanças ligadas, de acordo com cada tipo de inovação aderido.	Schwab (2016a).
<b>Depois de implementada, você considera que houve mudanças nas práticas administrativas da empresa? Quais seriam as principais mudanças que você citaria dentro da empresa, em nível operacional e administrativo?</b>	Identificar as principais mudanças nas práticas administrativas das empresas que aderiram a Indústria 4.0. Também o porte e se as mudanças foram perceptíveis pelos participantes dessa pesquisa.	
<b>Há algum índice de melhoria na eficiência do processo produtivo da empresa ao utilizar os novos elementos da Indústria 4.0?</b>	Averiguar se as empresas brasileiras aderentes à nova revolução industrial já apresentam essa melhoria ou se ocorreu na prática ainda.	Daudt e Willcox ([2019?]).
<b>Houve necessidade de treinamento dos funcionários para a utilização das novas tecnologias ou necessidade de procurar mão de obra especializada? Foi identificado/ocorreu alguma mudança no quesito de substituição de mão de obra por equipamentos?</b>	Buscar entender o processo, e compreender como as empresas brasileiras questionadas estão lidando com as mudanças nas características das necessidades de mão de obra. Identificar se houve mudança na linha produtiva e, se confirmada, identificar como ocorreu esse processo de forma prática na empresa.	Rübmann et. al. (2015); Brynjolfsson, McAfee apud Schwab, (2016b).
<b>A empresa pretende investir em mais tecnologias?</b>	Busca entender quais os planos futuros dentro do contexto de Indústria 4.0 nas empresas.	
<b>Existe algum limitador para isso?</b>	Identificar se existe algum limitador perceptível para a empresa para investir em mais tecnologias.	Brasil (2018).

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 5 - Perguntas para entrevista e questionário para Institutos e empresas que criaram produtos ou serviços para a Indústria 4.0

<b>Pergunta</b>	<b>Objetivo da pergunta</b>	<b>Base referencial bibliográfica</b>
<b>Como você percebeu a necessidade de atuar com a Indústria 4.0?</b>	Buscar entender como a empresa e as instituições identificaram esse novo mercado e a necessidade/oportunidade de ofertar algo nele. E se a motivação do fomentadores, é a mesma que a motivação das empresas que implementam as inovações, para aderir a Indústria 4.0.	Levantamento da CNI, apresentado no relatório da GV Executivo (2018).
<b>Qual o objetivo do seu programa ou produto?</b>	Busca identificar o porquê das instituições e empresas entrevistadas começarem a ofertar serviços no contexto de Indústria 4.0 e qual inovação elas fomentam no cenário brasileiro.	Schwab (2016a).
<b>Como funciona o programa que a sua Instituição oferece?</b>	Busca compreender como os entrevistados fazem o fomento e auxiliam empresas no contexto da Indústria 4.0 no cenário brasileiro.	
<b>Como funciona a implementação? Qual o público alvo?</b>	Identificar o público alvo dos programas oferecidos e compreender como funciona a implementação das técnicas de cada programa, entendendo tempos, investimentos envolvidos.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Foi realizada uma entrevista piloto no qual foi possível identificar complementos de perguntas a serem feitas nas próximas entrevistas, assim como, se todas as perguntas ficaram claras para o entrevistado ou se havia a necessidade de reformulação delas. Foram acrescentadas duas perguntas, sendo elas a sétima e a oitava do Quadro 4 e, também, foi identificada redundância entre duas perguntas sobre mão de obra, que foram transformadas em uma só, formando a sexta pergunta do Quadro 4.

Com as perguntas do questionário e das entrevistas formuladas foi necessário identificar onde esses dados seriam coletados. Logo, foi necessário identificar a amostra da população que foi submetida a esse conjunto de perguntas e colaboraram para essa pesquisa.

### 3.3.2 Definição de Amostra

Amostra é definida como “[...] parte da população ou do universo, selecionada de acordo com uma regra ou plana. A amostra pode ser probabilística e não probabilística”. (SILVA; MENEZES, 2005, p. 32). No Quadro 6 estão descritas as amostras não probabilísticas e probabilísticas, assim como, suas subdivisões.

Quadro 6 - Características de amostras

<b>Amostras não probabilísticas</b>	<b>Amostras acidentais:</b> compostas por acaso, com pessoas que vão aparecendo.
	<b>Amostras por quotas:</b> diversos elementos constantes da população/universo, na mesma proporção.
	<b>Amostras intencionais:</b> escolhidos casos para a amostra que representem o “bom julgamento” da população/universo.
<b>Amostras probabilísticas</b>	<b>Amostras casuais simples:</b> cada elemento da população tem oportunidade igual de ser incluído na amostra;
	<b>Amostras casuais estratificadas:</b> cada estrato, definido previamente, estará representado na amostra;
	<b>Amostras por agrupamento:</b> reunião de amostras representativas de uma população.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Silva e Menezes (2005, p. 32).

Com base nessa classificação, a amostra da presente pesquisa foi de cunho não probabilístico, com amostras intencionais, uma vez que a amostra da população selecionada foi predefinida. Foram selecionadas pessoas que lidam com a Indústria 4.0 em suas empresas e que tenham contato direto com a implementação ou execução dessas inovações. Foram convidadas para participar desta pesquisa 21

empresas, de diversos segmentos, porte e localidades. A coleta de dados contou com a participação de 8 entrevistados que serão apresentados no Quadro 7. Essas pessoas foram selecionadas, pois, uma vez que, elas têm contato direto com as mudanças decorrentes da implementação da Indústria 4.0, seriam as mais habilitadas para responder os questionamentos sobre as inovações e mudanças que as mesmas acarretaram, para assim, atingir o objetivo deste estudo.

A amostra selecionada para esta pesquisa contou com 8 colaboradores, sendo eles ligados diretamente à área de Engenharia ou Pesquisa e Desenvolvimento. Esses entrevistados foram divididos em dois grupos:

- Grupo 1: entrevistas com pessoas de empresas que tenham implementado alguma inovação referente a Indústria 4.0;
- Grupo 2: entrevistas com pessoas que sejam responsáveis por algum programa ou serviço que ofereçam referente a Indústria 4.0. As empresas foco de coleta deste trabalho foram de diversos portes e segmentos.

Quadro 7 - Relação dos entrevistados

<b>Grupo</b>	<b>Entrevistados</b>	<b>Empresa</b>	<b>Cargo</b>	<b>Inovação Indústria 4.0</b>
1	Entrevistado 1	Krause Chevarria	Dentista e pessoa responsável pela implementação da inovação na empresa.	Impressoras 3D
	Entrevistado 2	Empresa do Rio Grande do Sul que fabrica peças e conjuntos metálicos para setores agrícola, rodoviário, automotivo, entre outros.	Responsável do setor de Pesquisa e Desenvolvimento da empresa.	Digitalização de uma linha de produção de tanques de combustível.
	Entrevistado 3	Empresa de Santa Catarina no ramo de frutas e sucos, produção de madeira, soja e milho.	Entrevistado indicado pelo RH da empresa.	Conectividade na linha de produção para tomada de decisão.
	Entrevistado 4	Empresa localizada no Rio Grande do Sul, de grande porte, com escritórios localizados no mundo, no ramo de ferramentas motorizadas.	Process Engineering.	Digitalização e automatização.
	Entrevistado 5	Docile Nordeste	Gerente da Unidade Docile Nordeste.	Digitalização e automatização.
2	Entrevistado 6	SENAI Departamento Nacional.	Coordenador Nacional do programa Indústria + Avançada.	Programa Indústria + Avançada.
	Entrevistado 7	Instituto SENAI de Inovação Metalmeccânica	Analista de Serviços Técnicos e Tecnológicos.	Inovações em soluções Metalmeccânica.
	Entrevistado 8	HarboR	Diretor da empresa HarboR.	Sistema LiveMes e assistência de uso do sistema.

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os entrevistados assinaram o Termo de Confidencialidade para a coleta de informações, e nele optaram por manter, ou não, em sigilo seus nomes e o nome da empresa. A maioria dos entrevistados pertencentes ao Grupo 1 optaram por manter seus nomes em sigilo. Sendo assim, estes foram identificados neste estudo como Entrevistados 1, 2, 3, 4 e 5, assim como também, Empresas 1, 2, 3, 4 e 5. Em relação ao Grupo 2, os entrevistados permitiram a divulgação dos nomes das Instituições e empresa que representam, conforme descrito no Quadro 7, e, portanto, são nomeados na presente pesquisa.

### 3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

Assim como na definição do método de coleta, a análise de dados é diretamente impactada pelas características da pesquisa. Com uma pesquisa qualitativa, o método de análise de dados ocorreu em três macro etapas principais que, segundo Bardin (2011, p. 125), são: “[...] a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação”. A pré-análise, segundo a autora, é a parte de organização dos dados coletados e tem três aspectos a serem definidos: “[...] a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final”. (BARDIN, 2011, p. 125).

Os documentos aqui analisados foram os áudios transcritos das entrevistas realizadas, assim como o questionário respondido por uma das empresas entrevistadas. Esses documentos se encontram em arquivos *Word* e foram utilizados de base para a análise de dados, realizada posteriormente.

A exploração do material “[...] consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função das regras previamente formuladas”. (BARDIN, 2011, p. 131). O trabalho aqui apresentado utilizou a ferramenta software Atlas.ti para sua análise de conteúdo. Um dos motivos para utilizar tal software é a possibilidade de codificar os documentos analisados por categorias criadas pela própria pesquisadora. Utilizando a função *Codes* no software foram criadas doze categorias de análise, apresentadas e descritas no Quadro 8. Essas categorias foram definidas a posteriori, logo, depois da leitura dos dados coletados, foram identificadas e caracterizadas.

Quadro 8 - Definição das Categorias de Análise referente à Análise de Conteúdo das Entrevistas

<b>Categoria de Análise</b>	<b>Descrição</b>
Motivação	Envolve os motivos e necessidades apresentadas pelos entrevistados para implementar uma nova tecnologia referente a Indústria 4.0 ou iniciar um novo programa/projeto para a Indústria 4.0.
Incentivo ou Auxílio Governamental	Envolve a identificação de auxílio governamental perceptível pelo entrevistado.
Inovações Indústria 4.0	Envolve a identificação de qual inovação foi implementada na empresa do entrevistado, assim como as inovações oferecidas pela empresa e instituições entrevistadas de fomento à Indústria 4.0.
Mão de obra	Envolve a identificação das mudanças e impactos da Indústria 4.0 no quesito mão de obra nas empresas entrevistadas, incluindo os processos decorrentes dessas alterações na mão de obra.
Mudanças nos processos	Envolve a identificação das mudanças nos processos, operacionais e administrativos, das empresas entrevistadas.
Eficiência	Envolve a identificação das melhorias apresentadas nos processos, produtos das empresas referentes a adoção das inovações.
Dificuldades	Envolve a identificação de aspectos dificultadores que os entrevistados apresentaram durante a coleta de dados referente a Indústria 4.0 e implementação de suas tecnologias, assim como, para a implementação de projetos futuros.
Funcionamento do Programa	Envolve aspectos do funcionamento dos programas oferecidos pelas empresas e institutos de fomento as inovações referentes à Indústria 4.0.
Objetivo do Programa	Envolve a identificação do objetivo dos programas e serviços criados e oferecidos pelas empresas e institutos de fomento a inovações da Indústria 4.0.
Projetos Futuros	Envolve a identificação dos projetos futuros que as empresas entrevistadas buscam na área de Indústria 4.0.

Fonte: Elaborado pela autora.

As categorias de análise Objetivo do Programa e Funcionamento do Programa foram exclusivamente utilizadas para a análise dos dados referentes ao SENAI Departamento Nacional, ao SENAI ISI Metalmeccânica e a empresa HarboR (considerados neste trabalho como fomentadores de soluções e serviços da Indústria 4.0 no Brasil, classificados como Grupo 2.). O restante das codificações apresentadas foi utilizado para as entrevistas realizadas com as empresas que

adotaram as inovações da Indústria 4.0. A categoria de análise motivação e dificuldades também foi utilizada na análise do Grupo 2.

Depois de decidida as categorias de análise, ocorreu a exploração do material, considerada por Bardin (2011) como a segunda fase da análise de conteúdo. Sendo assim, utilizando o software Atlas.ti 8, as entrevistas foram codificadas, isso é: foram selecionados parágrafos, frases ou palavras que eram ligados com alguma das categorias de análise, previamente definidas.

Depois de realizada a codificação, foram utilizados meios de análise do software Atlas.ti 8, como a análise de frequência e coocorrência, para identificar quais categorias foram citadas em quais entrevistas e assim conseguir fazer uma análise de correlação.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo do trabalho terá como objetivo analisar as entrevistas realizadas e o questionário coletado, para buscar entender como a Indústria 4.0 impactou as práticas administrativas das empresas participantes da pesquisa. Essa análise será dividida entre dois grandes grupos: o primeiro grupo (1) é composto pelas empresas entrevistadas que aderiram as inovações da Indústria 4.0 e o segundo (2) será constituído por dois institutos e uma empresa que fomentam as inovações referentes à Indústria 4.0 no Brasil.

As categorias de análise, apresentadas no Quadro 8, foram analisadas por duas regras de enumeração: a presença (ou ausência) e a frequência. A análise feita com a regra de presença pode “[...] ser significativa, funcionando nesse caso como um indicador”. (BARDIN, 2011, p. 138). A autora também ressalta que a ausência de termos pode apresentar alguma razão ou lógica, sendo assim, é uma variável que deve ser considerada nas análises. A regra de frequência, também utilizada neste trabalho para analisar os dados, se deu sem ponderação e usou somente a quantidade de vezes que as categorias de análise surgiram nas entrevistas. “A regularidade quantitativa de aparição é, portanto, aquilo que se considera como significativo”. (BARDIN, 2011, p. 139).

### 4.1 ANÁLISE DE DADOS: GRUPO 1

O grupo categorizado como Grupo 1 engloba as cinco empresas entrevistadas que adotaram inovações referentes à Indústria 4.0. O conteúdo das entrevistas realizadas com quatro dessas empresas e do questionário aplicado a uma empresa, foi codificado em oito categorias de análise, sendo elas: motivação, inovações da Indústria 4.0, incentivo ou auxílio governamental, mão de obra, mudanças no processo, eficiência, projetos futuros e dificuldades. Essas oito categorias serão analisadas, juntamente com a apresentação de citações dos entrevistados, nos próximos subcapítulos.

#### 4.1.1 Categoria de Análise: Motivação

Um dos aspectos imprescindíveis para essa pesquisa foi buscar compreender qual o motivo que levou as empresas entrevistadas a aderirem às inovações da Indústria 4.0, uma vez que, essa tomada de decisão poderia levá-las a facear mudanças operacionais e administrativas. A categoria de análise definida como motivação foi verificada em quatro das cinco entrevistas realizadas, com uma frequência de 5 citações nos dados coletados. Na entrevista em que a categoria não aparece, não foi identificada nenhuma citação que pudesse ser classificada como motivação.

Dentre os dados coletados ficam visíveis três vieses de motivação das empresas em adotarem as novas tecnologias. Um deles é a própria necessidade que a empresa apresenta, outro viés é a diferenciação que ela busca perante os concorrentes e, o último, é a vontade da empresa em melhorar ainda mais o seu processo produtivo. Todos esses vieses buscam, como objetivo final, a melhoria e eficiência do processo e da qualidade do produto ofertado pela empresa.

O primeiro viés é citado pelo Entrevistado 2, que fala “[...] *foi uma necessidade da empresa, onde devido a automação, de você poder conhecer mais onde estão as falhas [...], necessidades de investimentos, quais os problemas da empresa*”. A questão da diferenciação foi citada na entrevista realizada com o Entrevistado 4, que cita “*O que está motivando a empresa a buscar esse tipo de tecnologia, é realmente, uma diferença de mercado, é uma oportunidade de ter outras formas de produzir mais efetivas*”. Percebe-se que aqui, o próprio entrevistado já utiliza a questão da diferenciação, com o objetivo de melhorar a eficiência da empresa. O Entrevistado 3 cita a motivação da empresa em aderir as inovações como uma vantagem que permite “[...] *uma tomada de decisão que crie condições de trabalhos flexíveis e que melhore o desempenho da fábrica para obtenção de um volume maior de produção com o melhor rendimento da matéria prima*”. Essa fala caracteriza o terceiro viés de motivação e já indica o objetivo final da empresa com a Indústria 4.0.

#### 4.1.2 Categoria de Análise: Inovações da Indústria 4.0

As inovações classificadas como inovações da Indústria 4.0 são variadas e, entre elas, podemos citar a inteligência artificial e análise de dados, a nanotecnologia, a internet das coisas e sensores, a impressão 3D, a biotecnologia, a robótica avançada, entre outros. (SCHWAB, 2016a). Nesse cenário, onde as novas tecnologias são as mais diversas, foi fundamental questionar os entrevistados quais inovações da Indústria 4.0 eram encontradas na empresa que eles representavam. Essa categoria de análise foi verificada em todas as entrevistas realizadas e no questionário coletado, com uma frequência de 5 citações.

Foram identificadas, nas empresas participantes desta pesquisa, três categorias de inovação: impressão 3D, digitalização e sensoriamento das linhas produtivas e automação e robótica aplicada à Indústria 4.0. A Empresa 1 detém três impressoras 3D para auxiliar no processo de impressão de simulação de próteses dentárias. Já a Empresa 2 classifica a sua inovação como a digitalização de uma linha produtiva de tanques de combustível.

O Entrevistado 3 classifica as inovações de sua empresa como: “[...] a Indústria 4.0 que engloba os mais novos conceitos de sistemas, como internet das coisas, conceito de nuvem, entre outros, vem de encontro com o pensamento voltado para automações onde a empresa já investe há vários anos.”. O Entrevistado 4 discorre: “O que temos muito forte hoje aqui, é a área de automação, robôs trabalhando junto com o trabalhador na máquina ali para otimizar o processo. Automação, robótica.”. Entrevistado 5 comenta que implementou um projeto do SENAI em digitalização e automação em uma linha de produção e completa: “controlamos 3 linhas por esses equipamentos”.

Ao coletar os dados fica perceptível que essas inovações estão sendo implementadas aos poucos e, nenhuma das empresas que participou dessa pesquisa, tem sua empresa totalmente equipada com inovações da Indústria 4.0. Pode-se analisar isso, visto que, as empresas que operam várias linhas de produção deixaram explícito que somente implementaram as inovações em algumas linhas e como uma forma de teste. É importante ressaltar que as empresas 2, 3 e 5, entrevistadas nessa pesquisa, são participantes de programas do SENAI, que buscam auxiliar no processo de digitalização e conectividade das linhas produtivas, que será descrito no subtópico 4.2.3.

#### 4.1.3 Categoria de Análise: Incentivo ou Auxílio Governamental.

Dentre as quatro entrevistas realizadas e, o questionário aplicado, a categoria de análise de incentivo ou auxílio governamental foi verificada em todas, com o total de 5 citações. Quando questionados se obtiveram algum auxílio ou incentivo por parte do governo, os entrevistados se referiram, majoritariamente, a programas de financiamento ofertados pelo governo ou salientavam o auxílio recebido pela Instituição SENAI.

Pode se identificar isso nas seguintes citações: *“Usamos só o auxílio do SENAI”* (Entrevistado 5). Ou nas seguintes frases dos Entrevistados 1 e 2, respectivamente: *“Usei o Proger, é um financiamento do governo que é um pouco mais em conta que um financiamento normal”* e *“A gente busca financiamento de projetos via FINEP, eu sou supervisor da área de pesquisa e desenvolvimento da empresa, dentro do meu departamento nós utilizamos incentivos fiscais da Lei do Bem, para a contratação de mestres e doutores”*.

O Entrevistado 2 salienta o uso da lei de incentivo sancionada em 2005, denominada Lei do Bem, que visa oferecer incentivos fiscais às empresas que realizem Pesquisa e Desenvolvimento de Inovação Tecnológica. “[...] o governo federal, por meio do Ministério de Ciências, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC), utiliza esse mecanismo para incentivar investimentos em inovação por parte do setor privado”. (A LEI..., [2019?]). É importante destacar que um dos entrevistados não soube informar se ocorreu algum tipo de auxílio ou incentivo governamental para a implementação de inovações da Indústria 4.0 na empresa em que trabalha.

Os entrevistados 3 e 5 são participantes do programa I+A, sucessor do programa Brasil Mais Produtivo (B+P), e apontaram o auxílio do SENAI como o principal, ou único, auxílio governamental que obtiveram. Esses apontamentos podem estar relacionados à fase de fortalecimento do programa B+P da Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, apresentada no Quadro 2, que busca auxiliar empresas de pequeno porte na digitalização e implementação das novas tecnologias. O programa B+P é um programa governamental, mas executado, majoritariamente, pelo SENAI, como explicado no site do programa: “[...] é firmado o contrato entre o SENAI, o responsável pela consultoria e a empresa que contratará o atendimento”. (SOBRE B+P..., [2019?]). Por serem participantes desses programas,

possivelmente, os entrevistados relacionaram e citaram diretamente o SENAI como auxiliador no processo.

#### 4.1.4 Categoria de Análise: Mão de Obra

A categoria de mão de obra apareceu em todas as entrevistas realizadas, menos no questionário respondido pelo Entrevistado 3. Dentre as entrevistas codificadas, essa categoria de análise foi utilizada 10 vezes. Tal categoria foi empregada para codificar citações em que os entrevistados falavam sobre o que aconteceu, efetivamente, com a mão de obra da empresa e para falas que representavam as atitudes tomadas frente a tais mudanças.

Ao ser questionado sobre a mão de obra diretamente relacionada com a inovação da Indústria 4.0 dentro da empresa, o Entrevistado 1 citou, *“Atualizei a mão de obra que eu tinha”* e complementou *“[...] eu aprendi a mexer e depois fui passando para o pessoal, hoje eu acho que eles sabem mais que eu. Eu aprendi, depois ensinei eles”*. Essa fala mostra a evidência de qual o tipo de abordagem que a empresa optou, para usar diante das mudanças que enfrentava: treinamento interno.

Todos os entrevistados que responderam as questões relacionadas à mão de obra salientaram que capacitaram a mão de obra que já detinham. Isso pode se dar pelo fato de que, praticamente todas as empresas entrevistadas estavam em fase de implementação das inovações, logo, não estavam dispostos a realizar outro alto investimento em contratação de pessoas já especializadas. Empresas participantes do programa I+A do SENAI ressaltaram que optaram pelo treinamento interno, auxiliado pelo SENAI, como cita o Entrevistado 5: *“O que se teve foi treinamento para a utilização do software, que o SENAI auxiliou”*.

Segundo o Entrevistado 2:

*“Primeiro, eu tenho mão de obra capacitada? Não, eu preciso treinar, então a empresa está investindo muito nisso, para adequar quais são os déficits que a gente tem hoje, e saber assim, bom eu não tenho mão de obra hoje na empresa capacitada que nos atenda nisso, o que podemos fazer. Treinar pessoas, contratar”. (Entrevistado 2).*

Essa fala mostra que a Empresa 2 percebe a necessidade de capacitação e mudanças que decorrem, em nível mão de obra, resultantes da Indústria 4.0.

Mesmo nesse cenário atual, em que as empresas entrevistadas buscaram capacitar a mão de obra com qual já contavam, é visível a mudança de pensamentos em relação a esta área da empresa no futuro. O Entrevistado 2 salienta que na empresa existem dois vieses na questão de mão de obra. *“Um viés é sim, reduzir o quadro de funcionários dentro daquela área específica, até para se tornar mais competitivo no mercado”*. E *“E o outro viés é sim capacitação de mão de obra dentro da própria empresa”*.

Outra mudança apontada pelo Entrevistado 5 foi a questão da motivação dos funcionários que estão trabalhando diretamente com as inovações. *“O que percebemos é que uma questão de motivação, o ambiente melhora, pois, o pessoal se sente importante usando tecnologias”*. Como já comentado, a decisão de implementar novas tecnologias da Indústria 4.0 pode acarretar em muitas mudanças, em vários níveis dentro da empresa, e o tópico de motivação do colaborador é algo que qualquer organização deve levar em consideração. Sendo assim, quando a decisão de mudanças acarreta mais motivação no colaborador, o processo se torna ainda mais benéfico para o funcionário e para a empresa.

#### **4.1.5 Categoria de Análise: Mudanças nos Processos**

Analisar as mudanças nos processos decorrentes da implementação das inovações é um dos objetivos desta pesquisa e, por isso, foi definido como um grupo de categoria de análise. Essa categoria esteve presente em todas as 4 entrevistas realizadas e no questionário respondido, tendo uma frequência de 10 usos ao total.

É importante ressaltar que, após a análise das citações sobre as mudanças nos processos das empresas participantes, fica evidente que grandes mudanças ainda não são perceptíveis, uma vez que a maioria dos entrevistados ainda está em processo de implementação e teste das inovações. Como é o caso do Entrevistado 2, que comenta, *“Não alteramos o processo ainda, pois o que a gente faz, é tentar entender o software e como ele trabalha. Esse é nosso principal objetivo agora, entender o mecanismo. Para daí sim, nós nos focamos nessas questões de alterar o nível operacional”*. Essa fala mostra claramente que a empresa ainda está tentando entender e trabalhar com as inovações, implementadas da melhor forma possível.

O Entrevistado 3, salienta o pouco tempo em que a inovação está em uso: “O sistema foi testado, mas foi posto em funcionamento efetivo nesta safra de 2019 há poucos dias, onde haverá a formação dos históricos que ajudaram nas tomadas de decisões”. Uma das mudanças destacadas pelo Entrevistado 2 é a mudança em nível administrativo da procura de mão de obra: “Nesse sentido nós demos um bum muito grande, isso é importante ressaltar, nós como departamento de pesquisa e desenvolvimento, dentro do que, escolarizações. Investimento nas áreas de RH, nessas questões”.

Mesmo que de forma sutil, a Empresa 2 começou uma mudança administrativa para, daqui para frente, implementar novas práticas de procura e seleção de profissionais. O Entrevistado 2 explica as mudanças que a empresa já adotou:

*“[...] eu fui o primeiro funcionário da empresa a ser liberado para fazer mestrado em Porto Alegre. [...] Isso em 2013, de 2013 a 2018, nós, hoje, comigo, em formação, somos um quadro com quatro doutores e 37 mestres dentro da empresa, e em maio eu estou indo contratar mais dois alunos de mestrado da UFRGS, que estão desenvolvendo uma necessidade dentro da empresa. Então a empresa está investindo muito em capacitação pessoal”. (Entrevistado 2).*

Todos os entrevistados ressaltaram mais mudanças em nível operacional do que em nível administrativo. Dessa forma, fica aparente que as mudanças operacionais estão ocorrendo de forma mais perceptível pela visão dos entrevistados. Tal fato pode estar correlacionado com o cargo que os mesmos ocupam dentro de sua empresa, já que são de áreas diretamente ligadas à produção ou à pesquisa e desenvolvimento.

#### **4.1.6 Categoria de Análise: Eficiência**

No subtópico 2.5.1 deste trabalho são apresentadas as vantagens para empresas que adotarem inovações em nível de Indústria 4.0, duas dessas vantagens são: a eficiência e a melhora na qualidade no processo produtivo. Para buscar identificar e analisar esse ponto, as empresas participantes da pesquisa foram indagadas diretamente sobre a melhora, ou não, na eficiência da empresa após adoção das novas tecnologias. Sendo assim, a categoria de análise referente à

eficiência teve presença em todas as entrevistas e no questionário coletado do Grupo 1, apresentando uma frequência de nove usos nesses materiais.

Essa categoria foi utilizada quatro vezes na categorização da entrevista 1, isso se dá pelo fato de que o Entrevistado explicou que houve melhora na eficiência do processo em dois pontos: o tempo do processo e o custo. Ficam visíveis tais mudanças nas citações a seguir apresentadas: *“Então partindo de uma coisa que podia levar até 8 horas para ser feito para 2 horas e meia”* e *“[...] o que hoje eu gasto 10 reais, eu gastava 60.”* (Entrevistado 1). O Entrevistado 1 também considera como uma melhora na eficiência do processo a maior satisfação dos seus clientes, já que com a impressão 3D das próteses dentárias, eles conseguem ter uma pré-visualização do resultado.

O Entrevistado 4 comenta que, *“Na parte onde tem automação a gente percebe algumas variáveis muito boas, por exemplo, em qualidade já elevou muito a qualidade do produto”*. E complementa, *“Em interrupção de máquinas você não percebe mais tanta interrupção, vê que a máquina trabalha mais cativa mesmo. Eu não tenho os dados, mas realmente você percebe que já melhorou bastante a partir das inovações”*. Mesmo não tendo os dados específicos, o entrevistado destaca na entrevista que as melhoras na eficiência são perceptíveis. O Entrevistado 5 trouxe números concretos de melhora na eficiência do seu processo, ressaltando que, *“Saímos de uma eficiência média de 82% dessas linhas que a gente controla e esses anos estamos com 85%, um ganho de 3 pontos percentuais”*. Nesses dois relatos fica evidente que ambos os entrevistados já apresentaram dados e, exemplos, práticos de melhora na eficiência de seus processos, com inovações implementadas da Indústria 4.0.

Duas empresas em que essa pesquisa teve acesso aos dados classificaram que não tinham dados de melhoria de eficiência para apresentar, visto que, estavam recém implementando as inovações. Esse cenário pode se confirmar com as seguintes falas: *“Em implementação, não se tem ainda esse dado”* (Entrevistado 2) e *“Os resultados efetivos ainda não temos por ter sido implementado a pouco”*. (Entrevistado 3).

#### 4.1.7 Categoria de Análise: Projetos Futuros

Como pode ser considerado um novo cenário mundial, a Indústria 4.0 tem muito espaço para desenvolver-se dentro das empresas brasileiras. Com esse pensamento, esta pesquisa buscou identificar se as empresas entrevistadas tinham projetos futuros na área de Indústria 4.0. A categoria de análise desse tópico teve presença em todas as entrevistas realizadas, porém, o Entrevistado 3 não emitiu opinião sobre tal ponto. A classificação foi utilizada 4 vezes durante a codificação dos dados.

O Entrevistado 1 comentou a vontade de investir, posteriormente, em manufatura aditiva para o segmento de saúde: *“Temos muitos projetos, principalmente em manufatura aditiva de enxertos ósseos. Enxertos, substitutivos, ósseos”*. A empresa do Entrevistado 4 pretende investir futuramente em impressões 3D, ele salienta: *“Parte de impressão 3D é um projeto mais para frente, existe várias frentes sendo trabalhadas, mas ainda não tem nada em produção, tem uma máquina de protótipo sim, mas nada em produção”*.

As empresas dos Entrevistados 2 e 5 têm como projetos futuros implementar as inovações que foram adotadas agora em linhas de produção específicas como testes pilotos, para o restante da empresa. *“[...] ao final do projeto, que deve acabar daqui a uns 3, 4 meses a gente apresenta um resultado e perante o resultado, se define se continua ou não”*. (Entrevistado 5). *“[...] tem projeto para implementar no resto da empresa”*. (Entrevistado 2).

Uma vez que os entrevistados foram questionados sobre esse tópico, ficou aparente que os projetos futuros têm uma correlação com os sucessos das inovações que foram adotadas dentro de cada empresa e, principalmente, por alguns limitadores que serão apresentados no item 4.1.8.

#### 4.1.8 Categoria de Análise: Dificuldades

Durante a realização da coleta de dados para essa entrevista foi necessário, e importante, constatar se as empresas identificavam alguma dificuldade, tanto para a implementação da inovação, quanto para a realização de projetos futuros. Três entrevistados, dos cinco desse grupo, salientaram pontos que consideram como dificultadores. Essa análise de categoria apresentou uma frequência de uso 4.

O Entrevistado 2 citou que o futuro projeto da empresa seria implementar as inovações, referentes à Indústria 4.0, em todas as linhas de produção, porém, ao comentar esse aspecto, o próprio se auto questionou. “[...] *vamos ter recursos financeiros para estender para toda a empresa? Aí é outra questão, então aos poucos vai ser feita a implementação dessas áreas, nas linhas que nós achamos que tem necessidade*”. Ele complementa, “[...] *só no projeto da empresa são de 200 a 300 mil reais [...] é um investimento altíssimo para implementar para toda a cadeia de produção da empresa*”. A questão do alto investimento em novos recursos físicos e na implementação das inovações foi citado pelo Entrevistado 1, que tem como projeto futuro impressão aditiva: “*Adquirir outro equipamento que custa 300 mil euros*”.

As Empresas 1 e 2 são de portes e segmentos diferentes, entretanto, apresentam a mesma dificuldade, ou seja, a questão do alto valor de investimento. A Empresa 1 se enquadra como uma empresa de pequeno porte, sendo assim, um investimento de 300 mil euros que não tivesse êxito poderia inviabilizar sua atuação no mercado. Já a Empresa 2, por ser uma empresa classificada pelo próprio Entrevistado como de grande tamanho, terá que realizar um investimento muito alto para implementar a inovação em todas suas linhas de produção. “*A empresa é muito grande, estamos quase 3.000 funcionários, 2.600 por aí, e na verdade a empresa tem mais de 175 mil metros<sup>2</sup> de área construída*”. (Entrevistado 2). É notório que o investimento alto é um dificultador perceptível pelos entrevistados, independente, do segmento ou porte da empresa.

Por outro lado, conforme o Entrevistado 5, representante de uma empresa de grande porte, “*Não acredito que não teria um dificultador se fosse necessário implementar no restante da empresa, só precisamos ver se vale a pena mesmo*”. E complementa: “*Agora que a gente tem um balizador, vou ter que calcular um payback para ver se vale a pena implementar para o restante das linhas, mas isso era um acordo que eu tinha com o restante da direção [...]*”. Os Entrevistados 3 e 4 não apresentaram opiniões sobre esse tópico durante as entrevistas.

#### **4.1.9 Síntese do Grupo 1**

É possível averiguar que todas as empresas aqui analisadas perceberam a importância de se enquadrar às mudanças do cenário produtivo, em conceitos de

Indústria 4.0. A motivação apresentada por elas é por motivos diferentes, mas, indiretamente, ligados pela procura de melhora na eficiência de suas empresas. As empresas do Grupo 1 são de segmentos e portes distintos, mas identificaram e implementaram novas tecnologias que podem ser capazes de potencializar seu processo produtivo.

É importante ressaltar que três das cinco empresas desse grupo são participantes de programas do SENAI e obtêm auxílio direto da Instituição, viabilizando assim, a inserção das mesmas na Indústria 4.0. Por outro lado, as outras duas empresas iniciaram de forma autônoma sua integração no cenário de Indústria 4.0. Não se pode afirmar que as empresas brasileiras optam em buscar apoio de programas, como I+A, para adentrar à Indústria 4.0, mas se pode averiguar que programas impulsionadores e, de apoio, têm demanda por empresas.

No quesito mudanças identificadas pelos entrevistados, as mudanças salientadas ocorreram, principalmente, em nível operacional. A Indústria 4.0 trouxe impactos diretos à mão de obra das empresas que participaram desta pesquisa, pois, todas elas necessitaram capacitar a sua mão de obra para lidar com as novas tecnologias. Todas as empresas que responderam a entrevista buscaram treinar seus atuais funcionários e nenhuma delas apontou que a nova tecnologia implementada substituiu algum colaborador. Em contrapartida a decisão de capacitar a mão de obra já existente na empresa, uma das empresas apontou que já tem procurado pessoas mais capacitadas para futuras vagas. Fica perceptível, assim, que as empresas optaram por adotar uma técnica mais *segura*, a qual não haveria contratação de colaboradores novos para manusear as inovações e, tampouco, estão optando pela substituição de pessoas por maquinário, nas suas linhas produtivas.

## 4.2 ANÁLISE DE DADOS: GRUPO 2

O grupo classificado como Grupo 2 é composto por três entrevistados que representam a Instituição SENAI Nacional, a empresa HarboR e a Instituição SENAI ISI Metalmeccânica. As Instituições SENAI Nacional e SENAI ISI Metalmeccânica foram entrevistadas sobre seus programas voltados para a Indústria 4.0, sendo respectivamente, o programa Indústria + Avançada (I+A) e o Instituto Soluções

Integradas em Metalmecânica. Por outro lado, a empresa HarboR foi entrevistada pela sua ferramenta chamada LiveMes.

As entrevistas realizadas com esse grupo foram codificadas em quatro principais categorias de análise, sendo elas: motivação, objetivo do programa ou serviço, funcionamento do programa ou serviço e dificuldades. Essas categorias foram definidas pois houve a necessidade de entender o porquê, para quem e como tais Instituições e empresa fomentam a Indústria 4.0, no Brasil. As categorias de análise serão exemplificadas em cada subseção abaixo.

#### **4.2.1 Categoria de Análise: Motivação**

Esta categoria de análise teve presença nas três entrevistas realizadas, com frequência 5. Para compreender sua motivação nesse novo cenário, os entrevistados foram questionados diretamente sobre o porquê começar a oferecer programas e ferramentas referentes a Indústria 4.0 no Brasil.

Todos os entrevistados citaram que identificaram uma necessidade do mercado. O Entrevistado 6 comenta:

*“De uns 3 anos para cá que o SENAI vem começando a trabalhar com Indústria 4.0, como a gente vem fazendo isso? Estamos nos posicionando no mercado brasileiro como agente transformador da indústria. Pois a gente, desde 2015, não viu ninguém falando no cenário nacional a respeito disso e a gente viu a importância de começar a falar disso. Já estávamos [Brasil] atrás, se tu for olhar os conceitos são de 2011 e aí, começamos a desenvolver alguns programas nacionais”.*

Nessa fala, o Entrevistado 6 exemplifica a necessidade que o cenário produtivo brasileiro tinha e que o SENAI Nacional identificou. Sendo assim, mostra que a Instituição entendeu a necessidade e a importância de começar a trabalhar com esse tópico.

Já a empresa HarboR começou a ofertar a ferramenta LiveMes que busca disponibilizar, de forma mais dinâmica e assertiva, as informações da linha de produção, buscando melhorar a produtividade e a eficiência da empresa. Como um diferencial, a organização ainda oferece auxílio de treinamento e suporte de uso. Para o Entrevistado 8 a motivação da HarboR em começar a oferecer essa ferramenta se dá pelo motivo de que: *“Se você não tiver o sistema, você nem a informação tem, ou vai ter que ir falar com alguém lá na linha. As pessoas passam*

*muito tempo procurando informação relevante, isso é um problema que se tenta eliminar com a Indústria 4.0*". O Entrevistado 8 exemplifica na sua fala a necessidade que as empresas enfrentam, atualmente, na questão de coleta e análise de informação da sua linha de produção e que impactariam, de forma negativa, se adentrassem a Indústria 4.0 sem uma melhora neste quesito.

De maneira geral, os entrevistados salientaram que as Instituições e empresa identificaram uma necessidade de mercado, do seu público alvo. Uma vez que isso ocorreu, as mesmas trabalharam para criar programas ou produtos para solucionar a escassez desses tópicos no mercado, usando uma estratégia mais *pull* do que *push*. A decisão de começar a disponibilizar novidades ao seu público alvo, fez com que as Instituições e, empresa, tivessem a necessidade de se adaptar, gerando algumas mudanças internas e possíveis dificuldades, que serão analisadas no tópico 4.2.4.

#### **4.2.2 Categoria de Análise: Objetivo do Programa ou Serviço**

Para compreender qual o impacto que as Instituições e, a empresa, entrevistadas trazem para o cenário brasileiro, em conceito de Indústria 4.0, lhes foi indagado qual o objetivo de suas novas ações, no cenário brasileiro, como fomentadoras da Indústria 4.0. Essa pergunta buscou entender como os programas oferecidos pelas Instituições entrevistadas e a ferramenta disponibilizada pela empresa HarboR, impactam o cenário nacional, sendo de fundamental importância para o entendimento do contexto brasileiro na Indústria 4.0. Por sua relevância, o tópico de objetivo se tornou uma categoria de análise. Essa categoria apareceu em duas das entrevistas realizadas nesse grupo, com uma frequência de 4.

O Entrevistado 6 explica que o *"[...] projeto do I+A, que é o projeto Indústria Mais Avançada, é levar digitalização e conectividade as linhas que passaram pelo programa de lean manufacturing que a gente teve. [...] Então qual o objetivo dele, o empresário vai ter o controle da linha dele em tempo real"*. O programa de *lean manufacturing* que o entrevistado cita, é o programa Brasil Mais Produtivo, programa anterior ao I+A, que foi usado como fase inicial do projeto que o SENAI Nacional tem para auxiliar as empresas brasileiras, na questão de Indústria 4.0. O entrevistado explica:

*“Lançamos em 2016 o programa Brasil mais Produtivo, que era fazer uma consultoria lean manufacturing nas indústrias para reduzir desperdícios e melhorar produtividade. [...] se você pega lá o modelo de maturidade da Acatech, da Alemanha, e de algumas instituições, eles falam que para você ter uma trilha rumo a Indústria 4.0, primeiro passo é ter que fazer lean manufacturing. Daí lançamos o programa e fizemos o lean manufacturing nessas empresas, foram 3.000 empresas atendidas. Depois o segundo passo é digitalização dessas linhas que passaram pelo processo do lean manufacturing”. (Entrevistado 6).*

O segundo passo citado aqui seria o Programa I+A que está ocorrendo atualmente.

O Entrevistado 8 explica o que identifica como um problema: *“[...] eu não posso focar só em TI e processos, o nosso sistema que estamos oferecendo é, basicamente só TI, pois eu não estou mexendo nas máquinas, em processos, na fabricação”* e comenta que o objetivo da ferramenta que a HarboR disponibiliza é tentar:

*“[...] incorporar o máximo de ferramentas de gestão dentro disso, o que eu estou chamando de ferramenta de gestão: eu vou abrir o sistema, eu vou ver lá que eu tenho um excesso de paradas, por exemplo, e dentro do próprio sistema eu vou ter um jeito fácil de abrir a ferramenta, de analisar um pouco melhor aquele problema, e acompanhar um plano de ação para acompanhar aquele problema, na causa raiz dele”. (Entrevistado 8).*

O SENAI ISI Metalmecânica é um dos 25 institutos no Brasil e atende questões diretamente ligadas a soluções inteligentes em Metalmecânica. A instituição *“[...] conta com 4 linhas de pesquisa: metrologia para grandes volumes; manufatura aditiva avançada; manufatura digital e sensoriamento”*. (ENTREVISTADO 7). É importante ressaltar que o programa do SENAI ISI se difere um pouco do programa oferecido pelo SENAI Nacional, o I+A, em termos de adaptabilidade, conforme o Entrevistado 7 comenta:

*“O SENAI ISI Metalmecânica oferece processos diferentes dependendo da necessidade da empresa. Por exemplo, se pode oferecer somente uma consultoria, que seria de curto tempo para “implementar” o projeto, pode ser um serviço oferecido e ou um projeto que demora mais tempo e envolve mais os dois lados. [...] depende da necessidade da empresa que nos procura”. (Entrevistado 7).*

Todos os entrevistados tentaram focar em uma necessidade que encontraram no cenário brasileiro, perante a Indústria 4.0. A empresa HarboR busca suprir a necessidade de gestão e a busca de informação dentro da Indústria 4.0. O SENAI Nacional busca auxiliar empresas, majoritariamente de pequeno e médio porte, que querem se adequar à Indústria 4.0. E o SENAI ISI Metalmecânica entra no mercado como um especialista nesta área, auxiliando empresas de forma mais flexível, podendo oferecer uma consultoria, um serviço ou um projeto.

#### **4.2.3 Categoria de Análise: Funcionamento do Programa ou Serviço**

A categoria de análise aqui apresentada, tem como objetivo agregar e analisar as informações que foram coletadas durante as entrevistas que dizem respeito ao funcionamento dos programas oferecidos pelo Instituto SENAI Nacional, pelo SENAI ISI Metalmecânica e da ferramenta criada pela empresa HarboR. Essa categoria teve presença nas três entrevistas e apresentou frequência de 17 citações.

A empresa HarboR oferece para o mercado uma ferramenta chamada de LiveMes, desenvolvida com o intuito de dar visibilidade para os processos produtivos das empresas que implementarem a ferramenta. O Entrevistado 8, representante da HarboR, explica que a empresa que equipar sua linha produtiva com a ferramenta LiveMes, consegue *“[...] saber produção, saber se máquina parou ou não, e daí com ajuda os usuários, o usuário reporta para a gente, o motivo de parar. [...] é a mesma coisa para problemas de qualidade, ele vai indicar o que aconteceu, quanto peças, por exemplo, ele jogou fora e o porquê elas foram sucateadas”*. Ele ainda complementa: *“[...] a gente está formatando os nossos produtos, primeiro para englobar mais serviços, eu não posso só entregar uma ferramenta de coleta e análise de dados, que depende da pessoa que vir usar isso ter um modelo de gestão e trabalho focado lá”*. Para transpor o problema citado ao final da fala, em relação às pessoas que usarão e de que maneira irão usar os dados oriundos da ferramenta, a HarboR identificou uma oportunidade de serviço, iniciando uma oferta de auxílio e consultoria para quem quiser aderir à ferramenta.

No que diz respeito ao processo de implementação do programa I+A, este foi explicado pelo Entrevistado 6:

*“[...] escolhe a linha de produção que passou pelo lean manufacturing, [...] a linha que a gente quer coletar esses dados, instala alguns sensores na máquina. Esses sensores vão jogar os dados para um coletor que a gente chama, e ele joga na nuvem e vai para a plataforma. É bem simples. Um detalhe importante, a gente quis deixar isso acessível e a baixo custo para todo mundo”. (Entrevistado 6).*

O Entrevistado 6 complementa:

*“[...] o empresário vai ter o controle da linha dele em tempo real, basicamente é isso. Só que não adianta ter os dados dele lá em tempo real, se ele não sabe o que é, não sabe para que usar, não sabe para onde vai. [...] aí nossa consultoria do SENAI vai em cima desses dados que a gente coleta para melhorar a eficiência, para produzir mais, diminuir paradas, diminuir refugo e aumentar a disponibilidade de máquinas. Quanto mais máquina disponível mais se produz”. (Entrevistado 6).*

Em relação ao processo de implementação do programa I+A, este ocorre da seguinte forma:

*“O Sistema passou nos testes pilotos, rodamos na plataforma, testamos e decidimos pilotar nacionalmente isso, então o que a gente fez, jogamos dois pilotos por estado brasileiro, então são 27 estados, jogou dois por estado para a gente ver como isso iria se comportar nacionalmente em diferentes tipos de indústria, diferentes setores e segmentos. Então a gente está nessa fase de piloto ainda, a gente já tem alguns encerrados, são 49 rodando e 19 finalizados hoje”. (Entrevistado 6).*

Todo esse processo se dá em empresas de pequeno e médio porte que, obrigatoriamente, participaram do programa B+P.

*“[...] daí tem algumas empresas que são melhores estruturadas que a gente, tem nossos institutos de inovação do SENAI que aí desenvolvem projetos de digitalização separados. Quando a empresa tem mais estrutura e precisa de projetos mais personalizados, procura esses institutos que ajuda a desenvolver”. (Entrevistado 6).*

Na fala acima, o Entrevistado 6 se refere aos ISI espalhados pelo Brasil, que oferecem soluções em áreas específicas, como o ISI Metalmeccânica, entrevistado também nessa pesquisa.

Segundo o Entrevistado 7, os Institutos do SENAI de Inovação funcionam da seguinte forma:

*“Há 25 institutos de inovação no Brasil, cada instituto fica responsável por um “segmento/setor” de atuação. São Leopoldo, pela proximidade com a serra gaúcha, região metropolitana e capital, ficou “responsável” pelo instituto de inovação de Metalmecânica. O processo de implementação desses institutos de inovação começou no ano de 2012”. (Entrevistado 7).*

Quando questionado como os institutos se mantinham financeiramente, o entrevistado explicou que se mantêm com os retornos financeiros dos projetos que fazem para as empresas. O SENAI divulga e/ou as empresas os procuram e utilizam a rede de contatos entre os institutos de todo o Brasil. *“Há procura, alinhamento financeiro, depois um alinhamento estratégico/técnico (que inovação vai ser usada, qual vai ser o projeto e afins). Ocorre o match e o projeto é iniciado. O processo pode demorar de 6 meses, até dois ou três anos”. (ENTREVISTADO 7).*

Ao entender o funcionamento dos programas e da ferramenta oferecida pela HarboR, fica claro que os mais variados portes de empresas podem usufruir dos programas ou ferramenta aqui apresentados e analisados. Como fomentadores da Indústria 4.0 no Brasil, essas instituições e empresa oferecem produtos e serviços flexíveis para os mais diversos tipos de organizações. É importante ressaltar que ocorreram mudanças dentro desses institutos e empresa, para conseguirem ofertar as soluções aqui apresentadas, visto que, todos os entrevistados desse grupo começaram a disponibilizar serviços que não ofertavam anteriormente, mudando assim, seu posicionamento no mercado e sua cartilha de produtos e serviços.

#### **4.2.4 Categoria de Análise: Dificuldades**

A categoria de análise de dificuldades somente teve presença em uma das entrevistas realizadas com o Grupo 2, apresentando uma frequência de 4. Essa categoria busca entender se as instituições ou a empresa, fomentadoras da Indústria 4.0 no Brasil, conseguiam identificar alguma dificuldade no processo de inovações. Nas entrevistas realizadas com os institutos, não houve a identificação de nenhuma dificuldade apontada pelos entrevistados, porém, a empresa HarboR expressou algumas dificuldades em nível financeiro e de utilização pelos compradores da sua ferramenta. A HarboR salientou que houve a incerteza da aceitabilidade da ferramenta no mercado, *“o problema [...] é entender se as empresas estão dispostas a pagar por isso, e a gente têm respostas bem extremas quando a gente está conversando com as empresas”. (ENTREVISTADO 8).*

O processo entre criar uma nova ferramenta, ela estar pronta e disponível para seus clientes, gerando resultados, envolve um investimento alto, tanto financeiramente, quanto temporal, e esse foi um ponto salientado pelo Entrevistado 8, “[...] lidar com essa despesa e dar um jeito de financiar. A gente tem uma equipe dedicada para isso, o que é complicado para gente de um ponto de vista de fluxo de caixa”. Mesmo agora, já ofertando no mercado sua nova ferramenta, o entrevistado comentou que outro dificultador é o tempo grande de negociação entre a HarboR e o comprador potencial da ferramenta, *“Difícilmente fechamos em menos de seis meses, é muito raro”*.

Em nível operacional, um dos problemas enfrentados é a possibilidade do mau uso da ferramenta pelos compradores, visto que o uso correto dela e de suas funcionalidades depende do usuário, lembrando que o treinamento é um serviço ofertado à parte, pela empresa. Nesse tópico o entrevistado comenta que o comprador: *“Ou quer comprar só a ferramenta pois acha caro, e ele corre um risco muito grande de não dar o resultado, pois não é a ferramenta que dá o resultado, é o que você faz com a informação, como você trata as informações que ela vai te trazer”*. (ENTREVISTADO 8).

#### **4.2.5 Síntese do Grupo 2**

Em uma posição diferente do que se encontra o Grupo 1, o Grupo 2 está em um cenário, do qual é necessário entender se existe ou não demanda para os programas que estão realizando ou para a ferramenta que criou. Entender o problema das empresas, em nível de Indústria 4.0, e investir em soluções para auxiliar e viabilizar a inserção dessas empresas, no cenário da Indústria 4.0, demandou dos entrevistados deste grupo, uma análise de contexto e uma motivação. As motivações de todos os entrevistados do Grupo 2 dizem respeito à análise e, identificação, dos problemas e espaços que poderiam ser investidos sobre a Indústria 4.0, no cenário produtivo brasileiro.

A pesquisa aqui apresentada, buscou identificar também como os entrevistados do Grupo 2 exercem seus papéis no fomento da Indústria 4.0 no Brasil. Sendo assim, os participantes desse grupo explicaram qual o objetivo e como é o funcionamento das suas ações, referentes à Indústria 4.0. É possível inferir que o objetivo de todos é intensificar e facilitar o acesso das empresas brasileiras às

inovações da Indústria 4.0. Pode se verificar isso na fala em que o Entrevistado 6 salientou que foi buscado “*Um detalhe importante, a gente quis deixar isso acessível e a baixo custo para todo mundo*”. E também na flexibilidade de projetos possíveis para se fazer junto com o SENAI ISI, dependendo da própria necessidade da empresa. Também é importante ressaltar a importância dada pela empresa HarboR em entender que é necessário e, importante, auxiliar na implementação e treinamento de sua ferramenta.

Como ressaltado no Grupo 1, o Grupo 2 também salientou algumas dificuldades. Por estar no lado de oferta, o segundo grupo levantou dificuldades diferentes das apresentadas pelo grupo anterior. As dificuldades identificadas pelo Entrevistado 8 variam de tempo de negociação entre empresa e comprador, o valor alto para investir na criação de uma nova ferramenta e, principalmente, a questão de não saber qual será a aceitação da nova ferramenta no mercado.

O Quadro 9 apresenta a presença (+) e ausência (-) de cada uma das categorias de análise utilizadas para avaliar as entrevistas dos dois grupos, além da frequência que cada uma apresentou no material explorado. As categorias de análise que apresentam a sigla N/A, dizem respeito às categorias não utilizadas na entrevista assinalada.

Quadro 9 - Síntese da presença e frequência das Categorias de Análise

<b>Entrevistado /Categoria de análise</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Frequência</b>
Motivação	-	+	+	+	+	+	+	+	10
Inovações Indústria 4.0	+	+	+	+	+	N/A	N/A	N/A	5
Incentivo ou auxílio governamental	+	+	+	+	+	N/A	N/A	N/A	5
Mão de obra	+	+	-	+	+	N/A	N/A	N/A	10
Mudanças no processo	+	+	+	+	+	N/A	N/A	N/A	10
Eficiência	+	+	+	+	+	N/A	N/A	N/A	9
Projetos Futuros	+	+	-	+	+	N/A	N/A	N/A	4
Dificuldades	+	+	-	-	+	-	-	+	8
Objetivo do Programa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	+	-	+	4
Funcionamento do Programa/Produto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	+	+	+	17

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 DISCUSSÃO

Este capítulo terá como objetivo apresentar a discussão da presente pesquisa, comparando as citações dos entrevistados analisadas no capítulo 4, com o referencial teórico estudado. O capítulo será dividido em duas partes: a primeira apresentará o confronto entre a análise de conteúdo do Grupo 1 e a literatura, e a segunda irá trazer uma comparação da análise de conteúdo do Grupo 2 e a literatura.

### 5.1 DISCUSSÃO: GRUPO 1

Esta subseção apresentará uma análise comparativa entre a literatura e as citações dos entrevistados do Grupo 1, referentes a motivação, a mão de obra, mudanças nos processos, a eficiência e as dificuldades. Em cada um desses tópicos será averiguado se há concordância ou discordância entre o material coletado dos entrevistados e o referencial teórico estudado. Ao final da subseção, será apresentado um quadro síntese da discussão sobre o Grupo 1.

Conforme análise, há certos pontos de convergência encontrados entre as citações dos entrevistados e os materiais referenciais. Na categoria de análise de motivação, houve convergência no aspecto da razão pela qual a empresa adotou a inovação nível Indústria 4.0: a busca pela melhora na sua eficiência. Autores como Daudt e Wilcox ([2019?]) afirmam que uma das oportunidades referentes à Indústria 4.0 será uma cadeia produtiva mais eficiente e sustentável. Rübmann et. al. (2015, p. 9, tradução nossa) complementa que a Indústria 4.0 “Vai promover flexibilidade, agilidade, produtividade e qualidade do processo produtivo”. Essa busca pela eficiência foi citada pela maioria dos entrevistados como papel motivador para implementar a Indústria 4.0, assim como, a questão de competitividade no mercado, também citado por Arbix et.al. (2017) como um dos pontos preocupantes da Indústria 4.0. Segundo o autor, empresas que não conseguirem se adaptar as novas tecnologias poderão perder sua competitividade perante empresas que implementaram inovações referentes a Indústria 4.0.

Também pode se averiguar que, em pontos como a questão de qualificação de mão de obra, existe uma concordância entre a literatura e os entrevistados. Essa concordância é sobre a necessidade de treinamento de funcionários que trabalham e lidam diretamente com as inovações. Rübmann et. al. (2015) analisa que será

necessário treinar habilidades que serão necessárias para a Indústria 4.0 e os entrevistados em suas falas, já demonstraram a necessidade de capacitar sua mão de obra diretamente alocada para trabalhar com as inovações da Indústria 4.0.

Por outro lado, também no tópico de mão de obra, há consonância no aspecto de necessidade pela busca por profissionais qualificados para novas funções que irão surgir. Devido ao novo cenário de Indústria 4.0, será necessário captar profissionais com habilidades que não se encontram dentro das empresas atualmente e que Rübmann et. al. (2015) cita como a necessidade de criar currículos acadêmicos, cursos universitários para profissões que ainda não são encontrados atualmente.

No tópico referente a mão de obra houve a identificação de um aspecto complementar: a melhora da motivação dos funcionários com a implementação das inovações a nível de Indústria 4.0, citada pelo Entrevistado 8. Em nenhum dos materiais referenciais utilizados para essa pesquisa, a questão da melhora na motivação do funcionário foi citada ou estudada.

Na categoria de mudanças no processo, foi identificado uma concordância no aspecto de flexibilidade e eficiência em linhas produtivas que adotam inovações da Indústria 4.0, aspectos citados por Rübmann et. al. (2015) como vantagens decorrentes da Indústria 4.0. Como fator complementar a literatura, essa pesquisa identificou a melhoria na obtenção de informações das linhas produtivas que implementaram as novas tecnologias da Indústria 4.0. Essa melhoria pontual, e em nível de informação, complementa a literatura que fala em uma linha produtiva mais eficiente e interconectada.

No quesito de eficiência, há convergência na percepção dos entrevistados e da literatura em uma melhora na eficiência da empresa que optar por trabalhar no contexto de Indústria 4.0. Esse aspecto é citado por autores como Daudt e Willcox ([2019?]) que dizem que a eficiência da linha produtiva é um dos resultados positivos para empresas que adotarem tecnologias da Indústria 4.0. No caso dos entrevistados dessa pesquisa, a eficiência foi perceptível nas linhas produtivas em que foi implementada a inovação. De forma complementar a literatura, essa pesquisa identificou uma melhora na eficiência da aceitação pelo cliente final, citada pelo Entrevistado 1.

Em relação à categoria de dificuldades, esta apresentou convergência na questão do alto investimento como um dificultador para empresas implementarem

inovações em nível de Indústria 4.0. Essa dificuldade é levantada pela própria Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 que apresenta uma fase denominada de Financiabilidade. Essa fase visa parcerias com órgãos como o BNDES para ofertar linhas de crédito diferentes para empresas que pretendam implementar as novas tecnologias da Indústria 4.0, assim auxiliando empresas brasileiras e tornar a Indústria 4.0 mais acessível para quem a queira implementar. Esse ponto, do alto valor de investimento necessário, foi enfatizado pelos entrevistados quando questionados sobre projetos futuros de Indústria 4.0, sendo um grande empecilho.

Um ponto divergente entre a literatura e os entrevistados do Grupo 1 é a questão da substituição da mão de obra humana, por equipamentos na linha produtiva. Os autores Brynjolfssn e McAfee (apud Schawb, 2016b) citam que um impacto da Indústria 4.0 será que a automação substituirá a mão de obra em toda a economia e que resultará em deslocamento dos funcionários por tecnologia. Porém, as empresas que foram objeto de estudo do presente trabalho, não substituíram sua mão de obra, mas sim, optaram por qualificá-la internamente. Essa divergência pode se dar pela fase de implementação das inovações referentes a Indústria 4.0 que as empresas entrevistadas estão. Sendo que a maioria das empresas participantes da pesquisa, implementaram as inovações somente em uma linha produtiva e recentemente.

Quadro 10 - Síntese de convergência, divergência e complementos do Grupo 1.

<b>Categoria de Análise</b>	<b>Convergências</b>	<b>Divergências</b>	<b>Complementa</b>
Motivação	- Procura pelo aumento da eficiência da empresa. (Daudt e Wilcox ([2019?]) e Rübmann et. al. (2015)).  - Diferenciação. (Arbix et.al. (2017)).	-	-
Mão de obra	- Necessidade de qualificação na mão de obra. (Rübmann et. al. (2015)).  - Busca por trabalhadores mais qualificados. (Rübmann et. al. (2015)).	- Substituição da mão de obra por máquinas. (Brynjolfssn e McAfee (apud Schawb, 2016b)).	- Aumento da motivação dos funcionários que lidam diretamente com as inovações. (Entrevistas).
Mudanças nos Processos	- Aumento da eficiência e flexibilidade da linha produtiva. (Rübmann et. al. (2015)).	-	- Melhoria na obtenção de informação das linhas produtivas. (Entrevistas).

Eficiência	-Cadeias produtivas mais eficientes. (Daudt e Willcox ([2019?])).	-	- Aceitação boa pelo cliente final. (Entrevista).
Dificuldades	- Alto investimento para implementar inovações de Indústria 4.0. (Agenda Brasileira para a Indústria 4.0).	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5.2 DISCUSSÃO: GRUPO 2

Essa subseção do capítulo 5 apresentará os pontos convergentes, divergentes e complementares entre o conteúdo analisado do Grupo 2 com a literatura exposta nesse trabalho. Ao final dessa subseção, o Quadro 11 apresentará a síntese desses pontos.

O Grupo 2 não apresentou divergências em nenhum ponto com a literatura. Porém, revelou-se pontos de convergência que, majoritariamente são, nas categorias de análise sobre motivação e dificuldades citadas nas entrevistas realizadas com os participantes desse grupo.

Ao avaliar a questão da motivação, o perigo que países, e empresas, correm em ficar para trás ao não se adaptarem ao cenário de Indústria 4.0, é um aspecto citado tanto na literatura quanto na fala dos entrevistados participantes dessa pesquisa. Arbix et. al. (2017) cita que quanto mais tardia for a reação, e adoção da Indústria 4.0 do Brasil, maior será a distância dele para países que implementaram a Indústria 4.0, se tornando um dificultador ainda maior para o país no contexto. Esse ponto, de necessidade de acompanhar as mudanças que já ocorrem de forma mais intensa em outros países, serviu de motivação para os participantes do Grupo 2 começarem a incentivar, e fomentar, a Indústria 4.0 no Brasil.

Na categoria de análise referente a dificuldades, o Grupo 2, mesmo apresentando um papel diferente no cenário de Indústria 4.0 no Brasil, apontou o mesmo dificultador que o Grupo 1: o alto valor necessário de investimento. Esse ponto é convergente com a literatura, com a Agenda Brasileira para Indústria 4.0, que aborda a questão de iniciativas para auxiliar na questão do alto valor necessário para adentrar esse novo contexto industrial, considerado um ponto possivelmente desfavorável para empresas e países na Indústria 4.0.

Um ponto que complementa a literatura é a dificuldade citada pelo Entrevistado 8, em relação a demanda para os novos produtos e serviços que começou a oferecer. Esse aspecto complementa a literatura, uma vez que, nenhum dos autores usados nesse trabalho abordou a visão de oferta e demanda como uma dificuldade a ser analisada, e sim como, a Indústria 4.0, sendo implementada em todas as empresas sem esse mapeamento.

Quadro 11- Síntese de convergência, divergência e complementos do Grupo 2.

<b>Categoria de Análise</b>	<b>Convergências</b>	<b>Divergências</b>	<b>Complementa</b>
Motivação	- Necessidade de atuar para a indústria brasileira não se distanciar de outros países. (Arbix et. al. (2017)).	-	-
Dificuldades	- Alto investimento necessário. (Agenda Brasileira para a Indústria 4.0).	-	- Saber se há demanda para os programas e serviços.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário da Indústria 4.0 já é realidade em muitos países e em vários segmentos. Os debates sobre esse tema aumentam, impulsionados pelas mudanças percebidas, assim como, pelas dificuldades e oportunidades encontradas decorrentes dessa nova revolução industrial, tanto para o cenário profissional, como acadêmico e pessoal.

Sendo um assunto mundialmente importante, um dos objetivos específicos desse trabalho buscou identificar as principais ações de países como Alemanha, Estados Unidos, China e Israel na Indústria 4.0, além do Brasil. Fica perceptível que cada país apresenta um objetivo específico para fomentar a Indústria 4.0. Os Estados Unidos, por exemplo, busca aprender e criar as tecnologias necessárias com o objetivo de baratear e comercializar para outros países, já a Alemanha quer se concretizar na liderança europeia nos quesitos de tecnologia e produção industrial. Assim como os objetivos são diferentes, fica visível que as ações que cada país adotou foram distintas, com planos de ações que variam nos quesitos de investimento e duração, mas as ações já estão ocorrendo vigorosamente.

No Brasil as inovações referentes à Indústria 4.0 já podem ser identificadas crescentemente nas empresas nacionais e, com esse tema sendo abordado com mais frequência, essa pesquisa teve como objetivo geral identificar quais os impactos da Indústria 4.0 nas práticas administrativas do futuro. Para isso, esse estudo conversou com empresas que aderiram ao novo conceito industrial e, entrevistou também, empresas e instituições que fomentam as inovações da Indústria 4.0 no Brasil.

Essa pesquisa conseguiu identificar que as inovações derivadas dessa nova revolução, já trazem melhorias perceptíveis a nível de eficiência, para empresas que as adotaram. Também é visível que essas mudanças ocorrerão em vários níveis dentro da empresa e serão permanentes. As empresas entrevistadas mostraram que compreendem a importância de aderir a Indústria 4.0, e relacionaram a adoção das inovações, com o objetivo de alcançar uma melhora na eficiência, assim como, para se manter competitivo no cenário industrial.

Esse estudo buscou identificar as mudanças nas práticas administrativas em variados níveis, questionando as empresas participantes desse estudo, com tópicos sobre motivação, projetos futuros, dificuldades e melhora na eficiência interna, além

de questionar diretamente sobre as mudanças nos processos. Esses tópicos foram abordados para procurar identificar o cenário, de forma mais ampla, que a Indústria 4.0 trouxe para a empresa que adotou alguma inovação.

Em um cenário de mudanças, esse trabalho buscou identificar os impactos já percebidos pelas empresas que adotaram as inovações da Indústria 4.0, e identificou que as mudanças, mais perceptíveis no contexto empresarial, se dão a nível operacional. As mudanças a nível operacional são diretamente ligadas as inovações implementadas nas linhas produtivas pelas empresas participantes dessa pesquisa. A questão cultural da empresa ainda não mostrou ser impactada pela Indústria 4.0 de uma forma representativa, porém é importante ressaltar que, um dos entrevistados salientou a melhora na motivação de seus funcionários, o que podemos identificar como uma mudança a nível de colaboradores.

Ficou visível, ao longo da realização dessa pesquisa, que identificar as mudanças administrativas, por exemplo a nível de recursos humanos ou outras áreas que não fossem operacionais, seria mais complexo. Isso se dá, pois, as empresas entrevistadas adotaram inovações em linhas de produção específicas, e que, majoritariamente, estão em fases de testes. Isso pode decorrer já que o assunto e, as inovações, são considerados relativamente novos no contexto industrial brasileiro. Nenhuma das empresas entrevistadas funciona completamente com Indústria 4.0. Por outro lado, as inovações estão sendo compreendidas, analisadas e implementadas aos poucos pelos entrevistados. Sendo assim, as mudanças identificadas são diretamente ligadas as linhas produtivas em que as inovações foram implementadas.

É importante salientar que mesmo que as mudanças tenham sido identificadas mais intensamente a nível operacional, algumas empresas já constataam a necessidade de procurar e selecionar profissionais com perfil diferente dos contratados atualmente, o que podemos classificar como uma mudança administrativa a nível de recursos humanos. Outra importante mudança a nível de recursos humanos é a necessidade de treinamento interno, optada pela maioria dos entrevistados para adaptar sua mão de obra as inovações implementadas.

Como toda revolução, ela apresenta um contexto com oportunidades, desafios e, principalmente, mudanças. Sendo assim, é de fundamental importância buscar mapear esses pontos para melhor usufruir do novo cenário industrial. Logo,

um dos objetivos específicos dessa pesquisa era identificar as principais motivações e dificuldades para entrantes da Indústria 4.0.

Outro ponto identificado por essa pesquisa é que as empresas entrevistadas já apresentam projetos futuros no contexto de Indústria 4.0. Dois aspectos resultam dessa identificação. O primeiro é que as empresas entendem as inovações como algo que melhora sua eficiência, sendo assim, elas pretendem continuar investindo nessa área e fica visível que elas entendem a importância de se manter atualizado no contexto de Indústria 4.0. O outro aspecto é que, a maioria das empresas entrevistadas, também encontraram impeditivos para esses projetos, que são majoritariamente, o alto valor necessário para implementar essas novas tecnologias.

Um dos objetivos específicos dessa pesquisa buscou observar qual é o posicionamento e ações das empresas e Instituições fomentadoras das inovações e tecnologias da Indústria 4.0 no cenário brasileiro. Esse estudo verificou que a motivação para incentivar o fomento é a identificação que, a empresa e Instituições entrevistadas, tiveram sobre a necessidade que o cenário brasileiro tinha nesse tema. Uma vez que o assunto era pouco debatido nacionalmente, essa empresa e Instituições foram de fundamental importância para difundir a Indústria 4.0 no Brasil. Percebe-se a importância desses fomentadores no cenário nacional da Indústria 4.0, visto que, algumas das empresas entrevistadas do Grupo 1, citaram as Instituições entrevistadas do Grupo 2 como auxiliadoras no processo de implementação das inovações a nível de Indústria 4.0.

Foi possível realizar uma análise entre as informações resultantes da coleta de dados com a literatura e se identificaram convergências, principalmente, em pontos como motivação, mão de obra, dificuldades, eficiências e mudanças nos processos. Sendo assim, pontos que a literatura apresenta foram confirmados pelas falas dos entrevistados dessa pesquisa. Houve um tópico que ocorreu divergência com a literatura que diz respeito à substituição de mão de obra por tecnologia, que como citado, ainda não ocorreu nas empresas que participaram dessa pesquisa. Essa análise entre as falas dos entrevistados e a literatura é um dos objetivos específicos dessa pesquisa, e conseguiu agregar informações entre o que se vem estudando nesse área e as atitudes que realmente ocorrem nas empresas que já atuam com tecnologias da Indústria 4.0.

Para pesquisas futuras se sugere trabalhos focados no impacto da Indústria 4.0 na cultura organizacional das empresas que a aderiram. Esse modelo de

pesquisa possivelmente será mais praticável quando as empresas brasileiras já estiverem há mais tempo no contexto de Indústria 4.0 e que levem a cultura dela para toda a empresa. Sendo assim, trabalhos futuros poderão conseguir identificar e analisar como a Indústria 4.0 impactou a questão da cultura organizacional nas empresas. O pouco tempo em que o cenário de Indústria 4.0 é abordado no Brasil, fez com que essa pesquisa pudesse observar e, analisar de forma mais eficiente, as mudanças em nível operacional. Mapear essas mudanças a nível cultural, como por exemplo motivação, pode colaborar muito para possíveis tomadas de decisão de gestores para implementarem a Indústria 4.0 totalmente em suas empresas.

Por fim, é importante ressaltar que essa pesquisa busca contribuir para o âmbito acadêmico, assim como para o âmbito profissional, com seus resultados. Sendo um estudo de análise de comportamento de empresas em um cenário considerado novo, por autores como Schwab, esse estudo pode auxiliar estudantes no processo de futuras pesquisas, servindo como uma base de dados e, também, para a possibilidade da continuação dessa própria pesquisa.

No âmbito profissional essa pesquisa poderá contribuir para futuras tomadas de decisão de gestores no processo de implementação da Indústria 4.0 nas suas empresas, servindo como material de consulta de dados. Como a Indústria 4.0 é o molde do novo cenário industrial, em que empresas terão que se adaptar, essa pesquisa busca exemplificar um pouco das mudanças nas práticas administrativas decorrentes dela e acrescentar conteúdos sobre esse tema.

## REFERÊNCIAS

- 4 MUDANÇAS que as empresas podem implementar rumo à Indústria 4.0. **Agência CNI de Notícias**, [S.l.], 28 nov. 2017. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/listas/4-mudancas-que-as-empresas-podem-implementar-rumo-a-industria-40/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- A LEI do bem, **O que é a Lei do Bem?**. [2019?]. Disponível em: <<https://www.leidobem.com/lei-do-bem-inovacao/>>. Acesso em: 02 mai. 2019.
- ARBIX, Glauco et. al. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, nov. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/nec/v36n3/1980-5403-nec-36-03-29.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BARRÍA, Cecilia. O ambicioso plano 'Made in China 2025' com que Pequim quer conquistar o mundo, **BBC**, [S.l.], 8 mai. 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-44039447>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial**. Brasília, DF, 14 mar. 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota2030/61-noticias/3133-mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- COMO ISRAEL se tornou uma potência da Indústria 4.0, **Israeltrade**. [S.l.], 13 julho 2018. Disponível em: <<http://israeltrade.org.br/noticias/industria-4-0/como-israel-se-tornou-uma-potencia-da-industria-4-0>>. Acesso em: 10 out. 2018.
- DAUDT, Gabriel; WILLCOX, Luiz Daniel. Reflexões críticas a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada. **BNDES Setorial**, [S.l.], p.5-45, [2019?]. Disponível em: <[https://www3.eco.unicamp.br/Neit/images/destaque/Daudt\\_e\\_Willcox\\_-\\_Reflexoes\\_criiticas\\_a\\_partir\\_das\\_experiencias\\_dos\\_EUA\\_e\\_da\\_Alemanha\\_em\\_manufatura\\_avancada\\_P\\_BD.pdf](https://www3.eco.unicamp.br/Neit/images/destaque/Daudt_e_Willcox_-_Reflexoes_criiticas_a_partir_das_experiencias_dos_EUA_e_da_Alemanha_em_manufatura_avancada_P_BD.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2018.
- DESAFIOS na Indústria 4.0, **Iuno-projekt**. [S.l.], [2019?]. Disponível em: <<https://iuno-projekt.de/herausforderungen>>. Acesso em: 14 set. 2018.
- FIESP. **A corrida tecnológica rumo a Indústria 4.0: quem está na pole position?**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=240141>>. Acesso em: 20 set. 2018.
- FIGUEIREDO, Antônio Macena de; SOUZA, Soraria Riva G. de: **Projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final**. 1. ed. São Paulo: Lumen Juris, 2005.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009a.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009b.

FORZA, Cipriano. Survey research in operations management: a process – based perspective; **International Journal of Operation and Production Management**. v. 22, n. 2, 2002, p. 152-194. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Cipriano\\_Forza/publication/235310738\\_Survey\\_Research\\_in\\_Operations\\_Management\\_A\\_Process-Based\\_Perspective/links/0c9605206095258d11000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cipriano_Forza/publication/235310738_Survey_Research_in_Operations_Management_A_Process-Based_Perspective/links/0c9605206095258d11000000.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2018.

GET to know the innovation of Industry 4.0, **Startup Nation Central**. [S.l.], [2019-?]. Disponível em: <<https://www.startupnationcentral.org/sector/industry-4-0/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRILLETI, Laís. Indústria 4.0: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso. **Endeavor Brasil**. [S.l.], 10 ago. 2017. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

IEDI. **Estratégias Nacionais para a Indústria 4.0**. [S.l.], 2018. Disponível em: <[https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180705-estrategias\\_nacionais\\_para\\_a\\_industria\\_4\\_0.pdf](https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180705-estrategias_nacionais_para_a_industria_4_0.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

INDÚSTRIA 4.0. **Agenda Brasileira para a Indústria 4.0**: o Brasil preparado para o futuro. [S.l.], [2019?]. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

INOVAÇÃO e sustentabilidade devem estar integradas em processos como os de gestão de risco, desenvolvimento de produtos, gestão de fornecedores e desenvolvimento de pessoas. **GV EXECUTIVO**. [S.l.], 2018, v. 17, n. 1, jan./fev. 2018. Disponível em: <[https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/gv\\_v17n1\\_ar3.pdf](https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/gv_v17n1_ar3.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2018.

LASI, Heiner. et. al. **Industry 4.0**. Business & Information Systems Engineering, 2014. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/bise/vol6/iss4/5/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

LEVKOWITZ, Lotan. Mapping the Israeli Industry 4.0 Ecosystem, **Grove Ventures**. [S.l.], 15 mar. 2018. Disponível em: <<https://medium.com/groveventures/mapping-the-israeli-industry-4-0-ecosystem-224f8e350cfa>>. Acesso em: 11 out. 2018.

MAPPED IN ISRAEL: **Zoom into the Startup Nation**. [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://mappedinisrael.com/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

MILANI, Carlos. et. al. **Pesquisa de Survey como método das ciências sociais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

ORTH, Martin. Entendendo a Indústria 4.0, **Deutschland**. [S.l.], 27 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.deutschland.de/pt-br/topic/economia/industria-40-tres-importantes-projetos-da-alemanha>>. Acesso em: 12 set. 2018.

PERASSO, Valeria. O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas. **BBC Brasil**. [S.l.], 22 out. 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

ROMER, Rafael. Indústria 4.0: desafios da aplicação do "modelo alemão" no Brasil, **Canaltech**. [S.l.], 14 set. 2016. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/negocios/industria-40-desafios-da-aplicacao-do-modelo-alemao-no-brasil-80017/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

RÜBMANN, Michael. et. al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. **BCG**. [S.l.], 2015. Disponível em: <[https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx)>. Acesso em: 17 set. 2018.

SAKKIS, Ariadne. Indústria 4.0 saltará de 1,6% para 21,8% das empresas em uma década, diz pesquisa da CNI. **Portal da Indústria**. [S.l.], 12 dez. 2017. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/noticias/industria-40-saltara-de-16-para-218-das-empresas-em-uma-decada-diz-pesquisa-da-cni/>>. Acesso em: 16 set. 2018.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016a.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. **World Economic Forum**. [S.l.], 14 jan. 2016b. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). **SENAI aponta 30 novas profissões que vão surgir com a Indústria 4.0**. [S.l.], 06 jul. 2018. Disponível em: <<https://www.rn.senai.br/conheca-30-novas-profissoes-que-vaosurgir-com-industria-4-0/>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SILVA, Cleide. Para garantir competitividade, empresas brasileiras se adaptam à indústria 4.0. **Estadão**, São Paulo, 15 jan. 2018. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,para-garantir-competitividade-empresas-brasileiras-se-adaptam-a-industria-40,70002150845>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat Menezes. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SOBRE B+P. **Brasil Mais Produtivo**. [S.l.], [2019?]. Disponível em: <<http://www.brasilmaisprodutivo.gov.br/home.aspx>>. Acesso em: 12 out. 2018.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Elsevier**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711600144X>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

TECNOLOGIA inteligente. **Deutschland**. [S.l.], 12 abril 2018. Disponível em: <<https://www.deutschland.de/pt-br/topic/conhecimento/inteligencia-artificial-projetos-de-pesquisa-na-alemanha>>. Acesso em: 12 set. 2018.

TORO, Carlos; BARANDIARAN, Iñigo; POSADA, Jorge. A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0. **Elsevier**. [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091502270X>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

U.S CHAMBER OF COMMERCE. **Made in China 2025**: Global ambitions built on local protections. [S.l.], 2017. Disponível em: <[https://www.uschamber.com/sites/default/files/final\\_made\\_in\\_china\\_2025\\_report\\_full.pdf](https://www.uschamber.com/sites/default/files/final_made_in_china_2025_report_full.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2018.

VELHO, Sérgio. A estratégia da China na Indústria do Futuro. **LinkedIn**. Brasília, 29 mai. 2016. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/estrat%C3%A9gia-da-china-na-ind%C3%BAstria-do-futuro-s%C3%A9rgio-knorr>>. Acesso em: 15 out. 2018.

WOOD JR., Thomaz. Indústria 4.0. **Carta Capital**. [S.l.], 21 nov. 2017. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/revista/978/industria-4.0>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

WUBBEKE, Jost; CONRAD, Bjorn. 'Industrie 4.0': Will German Technology Help China Catch Up with the West?. **Merics**. [S.l.], 2015. Disponível em: <[https://www.merics.org/sites/default/files/2017-09/China\\_Monitor\\_23\\_Industrie40\\_EN.pdf](https://www.merics.org/sites/default/files/2017-09/China_Monitor_23_Industrie40_EN.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2018.

## **APÊNDICE A - PERGUNTAS DA ENTREVISTA E DO QUESTIONÁRIO PARA O GRUPO 1**

### **Qual a intenção da empresa ao aderir a Indústria 4.0 e suas novas tecnologias?**

Essa pergunta busca identificar por qual razão foram implementadas as mudanças nas empresas, visto que, segundo levantamento da CNI, apresentado no relatório da GV Executivo (2018), as empresas que aderiram à Indústria 4.0 no Brasil, buscam aumento da eficiência e da produtividade, usando as tecnologias da Indústria 4.0 como uma melhoria incremental e não as utilizando para mudanças disruptivas dentro da empresa.

**Ocorreu algum auxílio de programas de incentivo governamentais para a implementação das mudanças?** O foco dessa pergunta é o entendimento real da participação do governo federal na prática para o fomento da Indústria 4.0 no Brasil. Esse questionamento busca identificar se o plano de implementação lançado pelo governo, a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, e suas metas apresentadas estão sendo acessíveis e eficientes para as empresas.

**Quais os elementos pertencentes à Indústria 4.0 são encontrados na sua empresa?** Schwab (2016a) classifica as inovações da Indústria 4.0 em três megatendências, ou seja, inovações digitais, físicas e biológicas, e dentro de cada uma dessas divisões há mais subdivisões de inovações. Essa pergunta busca pré-classificar as respostas dos respondentes do questionário, para ver se as mudanças se dão de forma diferente para as empresas que aderirem a um tipo de inovação, comparado com as outras.

**Depois de implementada você considera que houve mudanças nas práticas administrativas da empresa? Quais seriam as principais mudanças que você citaria dentro da empresa, em nível operacional e administrativo?** Como o objetivo dessa pesquisa é tentar identificar as principais mudanças nas práticas administrativas das empresas que aderiram à Indústria 4.0, essa pergunta busca identificar de que porte foram tais mudanças e se as pessoas que responderem ao questionário conseguem identificar essas mudanças.

**Há algum índice de melhoria na eficiência do processo produtivo da empresa ao utilizar os novos elementos da Indústria 4.0?** Essa pergunta tem como base referencial os autores como Daudt e Willcox ([2019?]), que afirmam que, dentro das mudanças esperadas nas empresas com a Indústria 4.0, uma das principais serão

as linhas e cadeias produtivas mais eficientes e sustentáveis. Assim, essa pergunta tem como objetivo averiguar se as empresas brasileiras aderentes à nova revolução industrial, já apresentam tal melhoria comentada ou se ela não irá acontecer na prática.

**Houve necessidade de treinamento dos funcionários para a utilização das novas tecnologias ou necessidade de procurar mão de obra especializada? Foi identificado/ocorreu alguma mudança no quesito de substituição de mão de obra por equipamentos?** Os autores Rübmann et. al. (2015) citam que as mudanças irão acontecer além da linha de produção, havendo necessidade de adaptar o potencial dos próprios funcionários, por meio de treinamento ou até pela criação de mão de obra especializada. Buscando entender o processo e como as pessoas são de extrema importância para a organização, essa pergunta irá tentar compreender como as empresas brasileiras questionadas estão lidando com as mudanças, em relação às necessidades de mão de obra. Uma das grandes preocupações de autores como Brynjolfsson e McAfee (apud Schwab, 2016b) é que a mecanização de etapas da linha produtiva acabe por tornar o mercado de trabalho mais desigual e impactar diretamente em algumas atividades e profissões. Esse questionamento também buscará confirmar se houve essa mudança na linha produtiva e, se confirmada, identificar como ocorreu esse processo de forma prática na empresa.

**A empresa pretende investir em mais tecnologias?** Esse questionamento busca entender se as empresas entrevistadas pretendem adotar mais inovações da Indústria 4.0, para entender se elas planejam mais investimentos nesse nível.

**Existe algum limitador para isso?** Essa pergunta busca identificar se existe algum limitador identificado pelos entrevistados para implementar seu projetos futuros no cenário da Indústria 4.0. Esse questionamento também procurou identificar se o valor alto para implementação das inovações era um dificultador da Indústria 4.0 perceptível pelos entrevistados participantes dessa pesquisa. Isso pois, a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 apresenta uma fase voltada só para facilitar acesso às linhas de créditos.

## **APÊNDICE B - PERGUNTAS DA ENTREVISTA E DO QUESTIONÁRIO PARA O GRUPO 2**

**Como você percebeu a necessidade de atuar com a Indústria 4.0?** Essa pergunta usa como base teoria o relatório GV Executivo e tem como foco, buscar entender a motivação dos entrevistados em atuar como fomentadores, auxiliares, para outras empresas na Indústria 4.0. O relatório traz alguns aspectos como motivadores para empresas implementarem inovações da Indústria 4.0, então esse questionamento visa identificar se a motivação das empresas fomentadoras, é a mesma que o relatório acredita ser para empresas implementarem as inovações. A pergunta também busca entender como a empresa e Instituição identificaram esse novo mercado e a necessidade/oportunidade de oferecer algo nele.

**Qual o objetivo do seu programa ou produto?** Essa pergunta visa identificar o porquê das Instituições e empresa entrevistadas começarem a atuar com aspectos da Indústria 4.0 e ofertarem eles para empresas brasileiras. E identificar qual inovação da Indústria 4.0, que segundo Schwab (2016a) classifica em três megatendências, é fomentada por seus programas e produtos.

**Como funciona o programa que a sua instituição oferece?** O foco desse questionamento é tentar entender como os entrevistados fazem o fomento e auxiliam empresas no contexto da Indústria 4.0.

**Como funciona a implementação?** Esse questionamento busca compreender um pouco dos processos de implementação dos programas ofertados pelas instituições entrevistadas e da ferramenta ofertada pela empresa entrevistada. Identificar o público alvo dos programas oferecidos e compreender como funciona a implementação das técnicas de cada programa, entendendo tempos, investimentos envolvidos.