UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NÚBIA GABRIELA PEREIRA CARVALHO

**Trabalho humano na indústria 4.0: Percepções brasileiras e alemãs dos
setores acadêmico e empresarial a respeito do trabalho de pessoas no novo
modelo industrial**

São Carlos - SP

2019

NÚBIA GABRIELA PEREIRA CARVALHO

Trabalho humano na indústria 4.0: Percepções brasileiras e alemãs dos setores acadêmico e empresarial a respeito do trabalho de pessoas no novo modelo industrial

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento

Orientador: Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini

São Carlos - SP

2019

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

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

C331t Carvalho, Núbia Gabriela Pereira
Trabalho humano na indústria 4.0: Percepções
brasileiras e alemãs dos setores acadêmico e
empresarial a respeito do trabalho de pessoas no novo
modelo industrial / Núbia Gabriela Pereira Carvalho;
orientador Prof. Dr. Edson Walimir Cazarini. São Carlos,
2019.

Dissertação (Mestrado) - Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de
Concentração em Economia, Organizações e Gestão
Conhecimento -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2019.

1. Indústria 4.0. 2. Quarta Revolução
Industrial. 3. Trabalho Humano. 4. Setor Acadêmico. 5.
Setor Empresarial. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharela **NUBIA GABRIELA PEREIRA CARVALHO**.

Título da dissertação: "Trabalho humano na indústria 4.0: percepções brasileiras e alemãs dos setores acadêmico e empresarial a respeito do trabalho de pessoas no novo modelo industrial".

Data da defesa: 02/10/2019

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. **Edson Walmir Cazarini**

(Orientador)

(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovada

Prof. Dra. **Wanda Aparecida Machado Hoffmann**

(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada

Prof. Dr. **Daniel Braatz Antunes de Almeida Moura**

(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada

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

Prof. Dr. **Marcelo Seido Nagano**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço com todo o meu coração e com toda a minha força ao Nosso DEUS por me abençoar, iluminar, capacitar, guiar e agir por mim desde sempre e para sempre. Não sou eu, não se trata do meu conhecimento limitado, não é sobre o meu desempenho humano, mas sim o SENHOR, o Vosso poder, a Vossa graça e o Vosso amor! Toda honra e toda glória seja unicamente ao Teu Santo Nome, SENHOR JESUS! Muitíssimo obrigada Nosso DEUS!

Aos meus pais Antonio e Rejane, por estarem sempre presentes na minha vida e na de minhas irmãs, nos instruindo, nos preparando, nos ensinando a sermos verdadeiras servas e filhas do Nosso DEUS Altíssimo. E DEUS é tão Maravilhoso que nos concedeu os melhores exemplos de como assim ser. O senhor e a senhora, depois de DEUS, são a razão de tudo o que de bom recebemos nas nossas vidas! Muito obrigada minhas bênçãos, eu os amo imensuravelmente!

Às minhas irmãs gêmeas Ana Paula e Ana Cláudia, por serem desde sempre os meus exemplos de filhas, irmãs, amigas, alunas, pesquisadoras, vocês levam a alegria em todo o lugar que vocês estão, principalmente ao meu coração. Muito obrigada pelo amor, pela paciência, pela atenção que sempre tiveram com a “pequeninha”. Minha duplinha linda, eu amo muito vocês!

Aos meus avós, por serem verdadeiros exemplos de fé e perseverança no temor do SENHOR, por serem o sustentáculo forte que DEUS estabeleceu na nossa família para nos ensinar as dádivas maravilhosas que vem DELE como bênçãos sobre nós! Aos meus tios, tias, primos e primas, pela fé inabalável, pelo amor e alegria que temos e queremos uns aos outros, muito obrigada, eu amo vocês demais!

Ao Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini pela confiança em meu trabalho, pelo comprometimento, pela atenção, por me transmitir os seus mais valiosos conhecimentos e experiências por meio da grande graça que tive em ser orientada pelo senhor, que é uma bênção de DEUS na minha vida! Para sempre me lembrarei da honra que recebi, muito obrigada!

Ao Prof. Olney Bruno da Silveira Junior que me orientou e acompanhou nas primeiras atividades científicas da minha vida e foi um dos instrumentos principais usados por DEUS para me guiar até à área acadêmica. Muito obrigada professor por toda confiança e atenção!

Aos professores do departamento por toda a atenção, o carinho, o comprometimento, a dedicação e a responsabilidade em transmitir os seus ensinamentos não só a mim, mas a todo o nosso grupo de discentes. Em especial aos professores do projeto Bragecrim, Prof. Dr. Henrique Rozenfeld, Prof. Dr. Mateus Gerolamo, Prof. Dr. Daniel Braatz, Prof. Dr. Kleber Esposto, com toda certeza aprendi muito com todos vocês, muito obrigada!

Aos colaboradores da Universidade Técnica de Berlim, nossos amáveis parceiros no projeto Bragecrim, Prof. Dr. -Ing. Günther Seliger, Prof. Dr. -Ing. Holger Kohl, e os pesquisadores Bastian Schumacher, Felix Sieckmann, Jan Menn, Thomas Guidat, Tim Stock, entre muitos outros amigos. Em especial ao Bernd Muschard, gestor do projeto do lado alemão, por toda atenção, alegria e carinho únicos que você tem e transmite. Você é luz de DEUS na vida de todos que te conhecem, inclusive na minha! Muito obrigada por se tornarem não só amigos de trabalho, mas amigos da vida!

Aos discentes e pesquisadores no projeto Bragecrim, Omar, Ana, Esdras, João, Vinícius, Valeria, Maria Beatriz e Bruno pela amizade, pelos momentos de alegria, pelas brincadeiras, pelo apoio e por todos os conhecimentos a mim transmitidos. Vocês não imaginam o quanto aprendi com cada um, vocês são presentes muito especiais de DEUS a mim, muito obrigada amigos!

À toda a equipe que constitui o projeto Bragecrim, tanto os amigos brasileiros como os alemães, por toda a amizade, solicitude e comprometimento, especialmente ao Lucas Portilho, que sempre de prontidão auxiliou à toda equipe em todas as necessidades a referir-se às produções do projeto, às missões de estudos e trabalho no exterior, às prestações de contas, entre muitas outras atividades, muito obrigada!

A todos os colaboradores do Departamento de Engenharia de Produção, funcionários e técnicos e aos amigos de laboratório, muito obrigada por todo o carinho e atenção. À secretária do departamento por toda a alegria, dedicação e boa vontade das meninas Jessyca, Ana Paula, Talita e Su, vocês são muito abençoadas e queridas. Muito obrigada por serem tão especiais a todos!

Aos participantes da presente pesquisa, brasileiros e alemães, às instituições de ensino superior e às empresas, muito obrigada pela valiosa contribuição, receptividade e atenção que tiveram para com a pesquisa, a enriquecendo com os seus conhecimentos!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Código de Financiamento 001) pela bolsa a mim concedida no Brasil e durante o período no exterior, e também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela disponibilização da bolsa após o meu retorno ao país, muito obrigada!

Meus sinceros agradecimentos,

Muito Obrigada!!!

Porque DELE, por ELE e para ELE são todas as coisas. A ELE a glória pelos séculos.

Amém.

RESUMO

CARVALHO, N. G. P. **Trabalho humano na indústria 4.0: Percepções brasileiras e alemãs dos setores acadêmico e empresarial a respeito do trabalho de pessoas no novo modelo industrial.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2019.

A Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial é um iminente modelo que tem sido esperado e observado como disruptivo às características de manufatura verificadas até então. Este modelo industrial 4.0 inclui em si um extenso conjunto de tecnologias inteligentes, integradas e eficazes, capaz de realizar um pouco mais que o esforço físico produtivo. Tais tecnologias com potencial para realizar esforços produtivos, bem como receber, compartilhar e analisar dados e informações, e ainda capazes de atuar com autonomia, podem ser possíveis substituintes do trabalho humano. O objetivo deste trabalho consistiu em apurar as percepções de profissionais brasileiros e alemães, dos setores acadêmico e empresarial, quanto ao trabalho desempenhado por pessoas para o novo contexto industrial apresentado pela indústria 4.0. Para a realização da pesquisa foram elaboradas categorias de análise, as quais são “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”, “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”, “Recursos Humanos”, “Estrutura Organizacional Hierárquica”, “Educação para Colaboradores 4.0”, e, “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”. Após o estabelecimento destas categorias de análise, o instrumento de coleta de dados pôde ser elaborado. Este consiste em um questionário do tipo fechado, constituído por cinquenta questões distribuídas entre as referidas categorias de análise. O instrumento utilizado foi o mesmo para os setores acadêmico e empresarial, nas suas versões em português aos participantes brasileiros, e em inglês aos participantes alemães. Para melhor tratar e analisar os dados advindos das afirmações dos participantes foi atribuída a escala de Likert de cinco pontos, os quais são Concordo Plenamente (5), Concordo (4), Não concordo nem discordo (3), Discordo (2) e Discordo Plenamente (1). Após a atribuição da escala, foi estabelecida a mediana como medida de centralização, a fim de que as percepções dos participantes pudessem ser analisadas de forma integrada. Desta forma, foram efetuadas primeiramente as análises das percepções acadêmicas brasileiras e alemãs, em segundo das percepções empresariais brasileiras e alemãs, e por fim, do contraste entre as percepções do setor acadêmico e do setor empresarial do Brasil e da Alemanha.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial. Trabalho Humano. Setor Acadêmico. Setor Empresarial.

ABSTRACT

CARVALHO, N. G. P. **Human work in industry 4.0: Brazilian and German perceptions of the academic and business sectors regarding the work of people in the new industrial model.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2019.

The Industry 4.0 or Fourth Industrial Revolution is an imminent model that has been expected and observed as disruptive to the manufacturing characteristics verified so far. This industrial model 4.0 includes in itself an extensive set of intelligent, integrated and effective technologies capable of performing a little more than productive physical effort. Such technologies with potential for productive efforts, as well as receiving, sharing and analyzing data and information, and still able to act with autonomy, may be possible substitute for human labor. The objective of this work was to assess the perceptions of Brazilian and German professionals in the academic and business sectors regarding the work performed by people for the new industrial context presented by the industry. In order to carry out the research, categories of analysis were elaborated, which are "Knowledge about Industry 4.0", "Technologies interfering in Human Work", "Human Resources", "Hierarchical Organizational Structure", "Education for Employees 4.0" "Employability for Employees 4.0". After establishing these categories of analysis, the instrument of data collection could be elaborated. This consists of a closed questionnaire, consisting of fifty questions distributed among the said categories of analysis. The instrument used was the same for the academic and business sectors, in their Portuguese versions to the Brazilian participants, and in English to the German participants. In order to better treat and analyze the data derived from the participants' statements, the five-point Likert scale was given, which are I fully agree (5), I agree (4), I don't agree or disagree (3), I disagree (2) and I fully disagree (1). After the scale was assigned, the median was established as a centralization measure, so that the participants' perceptions could be analyzed in an integrated way. In this way, the analysis of Brazilian and German academic perceptions was carried out first, secondly the Brazilian and German business perceptions, and finally, the contrast between the perceptions of the academic sector and the business sector of Brazil and Germany.

Key-words: Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution. Human Work. Academic Sector. Business Sector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios da Administração Científica.	40
Figura 2 - Processos de gestão da Teoria Administrativa.	42
Figura 3 - Principais pontos da Teoria da Administração Científica e Teoria Administrativa.	45
Figura 4 - Características da Teoria Burocrática.	46
Figura 5 - Revoluções Industriais.	47
Figura 6 - Principais efeitos da Terceira Revolução Industrial.	51
Figura 7 - Aspectos gerais da Indústria 4.0.	55
Figura 8 - Cadeia de valor horizontal na Indústria 4.0.	55
Figura 9 - Cadeia de valor vertical na Indústria 4.0.	56
Figura 10 - Ambiente da Indústria 4.0.	57
Figura 11 - Capacidades da Indústria 4.0 em seu ambiente.	58
Figura 12 - Estrutura dos <i>Cyber-Physical Systems</i> (CPS).	60
Figura 13 - Modelo CMfg.	62
Figura 14 - Funções relevantes onde a RA agrega valor.	64
Figura 15 - Setores da indústria que adotarão os serviços da IoT.	66
Figura 16 - Exemplos de materiais a serem utilizados na AM.	68
Figura 17 - Fluxo de trabalho físico e digital que envolve desde a ideia do produto ao componente real.	69
Figura 18 - Competências e Habilidades atribuídas ao Trabalho Humano no contexto da Indústria 4.0.	79
Figura 19 - Estrutura conceitual do <i>Smart Human Resources</i> 4.0.	84
Figura 20 - Procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa.	90
Figura 21 - Categorias de análise estabelecidas no trabalho.	98
Figura 22 - Estrutura dos Apêndices.	209

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dinâmica do controle gerencial na Teoria Administrativa.	43
Tabela 2 - Princípios da Teoria Administrativa.....	44
Tabela 3 - As importantes características da Terceira Revolução Industrial.	51
Tabela 4 - Descrições das dimensões que caracterizam a <i>Big Data Analytics</i>	63
Tabela 5 - Competências requeridas ao Trabalho Humano na Indústria 4.0.....	80
Tabela 6 - Desafios e Benefícios do <i>Smart Human Resources</i> 4.0.	83
Tabela 7 - Comparação da capacidade de humanos e máquinas baseada na variação de qualidade e desempenho.....	86
Tabela 8 - Critérios para a seleção de indivíduos do setor acadêmico brasileiro e alemão....	103
Tabela 9 - Critérios para a seleção de colaboradores do setor empresarial brasileiro e alemão.	103
Tabela 10 - Critérios para a seleção de Instituições de Ensino Superior brasileiras e alemãs.	104
Tabela 11 - Critérios para a seleção de Empresas brasileiras e alemãs.	105
Tabela 12 - Atribuição dos níveis da escala às opções afirmativas.....	106
Tabela 13 - Códigos de caracterização dos participantes da pesquisa.	109
Tabela 14 - Caracterização dos indivíduos acadêmicos brasileiros.	112
Tabela 15 - Caracterização dos indivíduos acadêmicos alemães.	120
Tabela 16 - Caracterização dos colaboradores empresariais brasileiros.	130
Tabela 17 - Caracterização dos colaboradores empresariais alemães.	138
Tabela 18 - Questionário aplicado aos participantes brasileiros.	210
Tabela 19 - Questionário aplicado aos participantes alemães.	217
Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro.....	224
Tabela 21 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico alemão.	230
Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro.....	235
Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão.	241
Tabela 24 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".....	247
Tabela 25 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".	247
Tabela 26 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Recursos Humanos".....	248

Tabela 27 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".	249
Tabela 28 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Educação para colaboradores 4.0".	250
Tabela 29 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Empregabilidade para colaboradores 4.0".	250
Tabela 30 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".	251
Tabela 31 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".	251
Tabela 32 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Recursos Humanos".	252
Tabela 33 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".	253
Tabela 34 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Educação para colaboradores 4.0".	254
Tabela 35 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Empregabilidade para colaboradores 4.0".	254
Tabela 36 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".	255
Tabela 37 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".	256
Tabela 38 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Recursos Humanos".	256
Tabela 39 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".	258
Tabela 40 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Educação para Colaboradores 4.0".	259
Tabela 41 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".	260

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".	146
Gráfico 2 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".	148
Gráfico 3 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Recursos Humanos".	150
Gráfico 4 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".	156
Gráfico 5 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Educação para Colaboradores 4.0".	160
Gráfico 6 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".	162
Gráfico 7 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".	164
Gráfico 8 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".	166
Gráfico 9 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Recursos Humanos".	169
Gráfico 10 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".	174
Gráfico 11 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Educação para Colaboradores 4.0".	179
Gráfico 12 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".	181
Gráfico 13 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".	184
Gráfico 14 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".	185
Gráfico 15 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Recursos Humanos".	186

Gráfico 16 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica"	187
Gráfico 17 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Educação para Colaboradores 4.0"	188
Gráfico 18 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".	190

LISTA DE SIGLAS

AM	<i>Additive Manufacturing</i>
AR	<i>Augmented Reality</i>
CC	<i>Cloud Computing</i>
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
CMfg	<i>Cloud Manufacturing</i>
CPPS	<i>Cyber-Physical Production Systems</i>
CPS	<i>Cyber-Physical Systems</i>
H2M	<i>Human-to-Machine Interaction</i>
IIoT	<i>Industrial Internet of Things</i>
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
M2M	<i>Machine-to-Machine Interaction</i>
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PSS	<i>Product-Service Systems</i>
RH	Recursos Humanos
SHRM	<i>Strategic Human Resource Management</i>
SHR 4.0	<i>Smart Human Resources 4.0</i>
SS	<i>Smart Sensors</i>
THE	<i>Times Higher Education</i>
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	29
1.1 Objetivos.....	31
1.1.1 Objetivo Geral	31
1.1.2 Objetivos Específicos	31
1.2 Justificativa da Pesquisa	32
1.2.1 Por que pesquisar um tema intrínseco à indústria 4.0?	32
1.2.2 Qual a motivação em pesquisar a respeito do trabalho humano?.....	33
1.2.3 Por que a escolha da pesquisa nos países Brasil e Alemanha?.....	34
1.2.4 Por que a realização da pesquisa nos setores acadêmico e empresarial?	34
1.2.5 O que a efetivação da pesquisa pode produzir?.....	34
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
2.1 Evolução histórica das teorias clássicas da administração no contexto industrial	37
2.1.1 Teoria da Administração Científica.....	38
2.1.2 Teoria Administrativa.....	41
2.1.3 Teoria Burocrática	46
2.2 Revoluções Industriais.....	47
2.2.1 Primeira Revolução Industrial	47
2.2.2 Segunda Revolução Industrial	48
2.2.3 Terceira Revolução Industrial	50
2.3 Indústria 4.0.....	52
2.3.1 Estrutura funcional	54
2.3.2 Ambiente integrado da indústria 4.0.....	57
2.4 Tecnologias da Indústria 4.0.....	59
2.4.1 <i>Cyber-Physical Systems</i>	60
2.4.2 <i>Cloud Computing</i>	61
2.4.3 <i>Cloud Manufacturing</i>	61
2.4.4 <i>Big Data Analytics</i>	62
2.4.5 <i>Augmented Reality</i>	64
2.4.6 <i>Smart Sensors</i>	65
2.4.7 <i>Location Detection</i>	65
2.4.8 <i>Industrial Internet of Things</i>	65

2.4.9 <i>Internet of Things</i>	66
2.4.10 <i>Internet of Services</i>	67
2.4.11 <i>Additive Manufacturing</i>	67
2.5 Princípios de <i>Design</i> da Indústria 4.0	69
2.5.1 Descentralização	69
2.5.2 Virtualização	70
2.5.3 Interoperabilidade	71
2.5.4 Modularidade	71
2.5.5 Capacidade em Tempo Real	72
2.5.6 Orientação a Serviços.....	73
2.6 Trabalho Humano na Indústria 4.0	73
2.6.1 Expectativas para o trabalho humano na Indústria 4.0	74
2.6.2 Possíveis mudanças no trabalho humano	75
2.6.3 Criação de competências e habilidades.....	77
2.6.4 Talentos humanos na indústria 4.0.....	81
2.6.5 Interação entre humanos e máquinas	85
3 MÉTODOS DE PESQUISA	89
3.1 Classificação da Pesquisa.....	91
3.1.1 Natureza da pesquisa.....	91
3.1.2 Abordagem da pesquisa	92
3.1.3 Categorização da pesquisa quanto aos objetivos	93
3.1.4 Disposição da pesquisa quanto aos procedimentos técnicos	95
3.2 Categorias de Análise.....	97
3.3 Instrumento de coleta dos dados	100
3.4 Critérios de seleção dos participantes e realização da pesquisa.....	102
3.5 Tratamento e análise dos dados	105
3.6 Análise integrada dos dados coletados.....	108
4 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	109
4.1 Caracterização dos participantes acadêmicos brasileiros.....	110
4.1.1 Indivíduos brasileiros participantes	110
4.1.2 Instituições de Ensino Superior brasileiras participantes.....	113
4.2 Caracterização dos participantes acadêmicos alemães	118
4.2.1 Indivíduos alemães participantes	118

4.2.2 Instituições de Ensino Superior alemãs participantes.....	121
4.3 Caracterização dos participantes empresariais brasileiros.....	128
4.3.1 Colaboradores brasileiros participantes.....	128
4.3.2 Empresas brasileiras participantes.....	132
4.4 Caracterização dos participantes empresariais alemães	135
4.4.1 Colaboradores alemães participantes.....	136
4.4.2 Empresas alemãs participantes	140
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	145
5.1 Análise das percepções do setor acadêmico brasileiro e alemão.....	145
5.2 Análise das percepções do setor empresarial brasileiro e alemão	163
5.3 Análise contrastante das percepções dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha.....	183
6 CONCLUSÕES	191
6.1 Métodos utilizados.....	191
6.2 Resultados obtidos.....	192
6.3 Recomendações para trabalhos futuros	194
REFERÊNCIAS	197
APÊNDICES	209
APÊNDICE A	210
APÊNDICE B.....	224
APÊNDICE C.....	235
APÊNDICE D	247
APÊNDICE E.....	251
APÊNDICE F	255

1 INTRODUÇÃO

A história da indústria foi marcada pela verificação de três revoluções industriais, cada uma em seu respectivo contexto histórico. Estas refletem, em ordem consecutiva, o surgimento de uma época onde os trabalhadores começam a desempenhar os seus trabalhos nas fábricas com a imigração em massa para as cidades, as fábricas começam a produzir bens organizados em linhas de produção, logo mais dá-se início à produção em massa, seguida pela inserção de máquinas e equipamentos que dinamizam a produção de bens na indústria.

Todas as três revoluções industriais foram verificadas depois que ocorreram, de modo que os seus períodos foram devidamente demarcados pelos seus tempos de duração e pelas características específicas que cada uma delas apresentou. No entanto, agora já começa a ser observada a possibilidade do surgimento da chamada Quarta Revolução Industrial, ou ainda, Indústria 4.0. As indústrias atuais ainda não estão inseridas plenamente neste novo cenário pelo fato de não estar inteiramente estabelecido todo o seu conjunto de artefatos próprios. As suas características reais, e principalmente ligadas ao trabalho humano, ainda não podem ser afirmadas com plena certeza a respeito de como serão.

O iminente modelo de indústria é conhecido pela alta capacidade de interação entre as partes envolvidas no ambiente fabril, seguido pelo elevado índice de utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), bem como o potencial comportamento modular, a integração vertical e horizontal em toda a planta, o excelente tempo de resposta às demandas internas e externas e a disponibilização de dados referentes à empresa e aos seus produtos por meio de sistemas operacionais na *web* a todos os *stakeholders* envolvidos.

O trabalho humano sempre recebeu atenção e lugar na indústria, desde a origem da manufatura. No entanto, com o passar dos anos e com o aumento significativo da complexidade, das demandas e do dinamismo que envolve todo o ambiente organizacional corporativo, esta força de trabalho tem sido utilizada, estabelecida, remodelada, remanejada e distribuída de várias formas visando o pleno atendimento das necessidades internas e externas de uma empresa.

Em um modelo de indústria altamente automatizado, mecanizado, satisfatoriamente integrado e empregador de um potencial conjunto de tecnologias capazes de assumir um pouco mais que o esforço físico demandado na produção, a necessidade de se preocupar com

o trabalho desempenhado pelas pessoas é de significativa relevância. Pois, não é somente o ponto de vista empresarial de alavancagem produtiva, aumento de faturamento, menor cumprimento com direitos trabalhistas, entre outros, que devem ser considerados relevantes para a reflexão quanto à indústria 4.0. Também o colaborador humano, enquanto trabalhador, operador, que tem talentos únicos, que adquiriu mais competências ao longo de sua formação e carreira, que aperfeiçoou as suas habilidades, abrindo espaço para adquirir novas sempre que necessário, que assume e resolve os problemas e falhas causados pelas máquinas ou nelas próprias, entre muitos outros fatores. Partindo deste contexto explicativo, o presente trabalho visa apresentar as relevantes percepções de indivíduos acadêmicos e colaboradores empresariais, dos países Brasil e Alemanha, quanto ao trabalho desempenhado por humanos na chamada indústria 4.0.

Este trabalho é vinculado ao Projeto Bragecrim (*Brazilian-German Collaborative Research Initiative on Manufacturing Technology*) intitulado “*Development of Learnstruments for ensuring the transition of Brazilian and German manufacturing companies to Industry 4.0*”, cujo objetivo consiste em alcançar a transferência de conhecimentos por meio do desenvolvimento e implementação de *learnstruments* referentes à indústria 4.0 direcionados às empresas de manufatura e às instituições educacionais do Brasil e da Alemanha, parceiros no projeto. Estes *learnstruments* também irão contribuir com o desenvolvimento sustentável na cadeia de produção incentivando inovações relacionadas à nova indústria quanto ao planejamento fabril, à fase de produção do ciclo de vida do produto, e à inserção de novas tecnologias de forma integrada na indústria. E além destas relevantes contribuições, os *learnstruments* auxiliarão no processo de formação de gestores para a indústria 4.0.

Os resultados produzidos neste trabalho podem auxiliar a compreensão do que espera-se para a consolidação do trabalho desempenhado por pessoas no contexto da indústria 4.0, uma vez que apresenta quanto a seis categorias de análise referentes ao trabalho humano, as percepções de profissionais efetivamente ligados ao estudo e/ou pesquisa, e colaboração empresarial e/ou iniciativas ligadas à indústria 4.0, dos países Brasil e Alemanha. Além de contribuir para a compreensão do que estes profissionais afirmam, com base em seus conhecimentos e experiências, o presente trabalho pode motivar outras futuras pesquisas relacionadas ao trabalho humano, bem como às suas respectivas categorias de análise atribuídas neste trabalho.

1.1 Objetivos

Os objetivos de um trabalho científico são subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos. O primeiro mencionado é pertinente a uma visão global e abrangente do tema de pesquisa. Relaciona-se com o conteúdo intrínseco da pesquisa, seja quanto aos fenômenos e eventos, ou quanto às ideias estudadas. Já os objetivos específicos, são o detalhamento do objetivo geral e deliberam como a pesquisa será desenvolvida. Referem-se às ações específicas a serem efetuadas visando o alcance do objetivo geral (VIDIGAL et al., 2010).

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho consiste em apurar as percepções de profissionais brasileiros e alemães, dos setores acadêmico e empresarial, quanto ao trabalho desempenhado por pessoas para o novo contexto industrial apresentado pela indústria 4.0.

1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, citam-se:

- Elaborar e deliberar categorias de análise a serem investigadas a respeito do trabalho humano na indústria 4.0;
- Elaborar o instrumento de coleta de dados que inclua indagações respectivas a cada categoria de análise elencada no presente trabalho;
- Aplicar o instrumento de coleta de dados aos participantes selecionados à pesquisa, dos setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha;
- Analisar as afirmações advindas dos participantes do setor acadêmico de ambos os países, quanto às categorias de análise elencadas no trabalho;
- Analisar as afirmações provenientes dos participantes do setor empresarial de ambos os países, quanto às categorias de análise deliberadas no trabalho;
- Contrastar as afirmativas dos setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha, quanto às categorias de análise atribuídas no trabalho.

1.2 Justificativa da Pesquisa

Neste tópico reflete-se sobre “o porquê” da realização da pesquisa, buscando identificar as razões da preferência pelo tema seletivo e sua respectiva importância em relação a outros temas. Procura-se responder às questões que descrevem se o tema é relevante e por quê é, como também quais os pontos positivos que são percebidos na abordagem proposta, e ainda, que vantagens e benefícios pressupõe-se que a referente pesquisa proporcionará. (PROVDANOV; FREITAS, 2013).

As explicações que justificam a realização do presente trabalho foram distribuídas de acordo com o objetivo estabelecido no mesmo, e são expressas como argumentação às seguintes indagações:

1.2.1 Por que pesquisar um tema intrínseco à indústria 4.0?

Observando que a indústria sempre foi uma potencial abrangedora do esforço produtivo humano, mas que com a aproximação desse novo modelo industrial que concede espaço a um extenso conjunto de tecnologias inseridas em maquinários plenamente eficazes e que atuam não só fisicamente, mas virtualmente, recebendo e transmitindo informações que podem definir quase todas as atividades da manufatura, deve-se conceder atenção especial tanto à pesquisa quanto à realidade dessa nova indústria, a fim de que não somente os maquinários estejam prontos para receber e lidar com tamanha mudança disruptiva, mas também as pessoas, que provavelmente são as que sentirão mais a fundo o impacto da quarta revolução industrial.

A indústria 4.0 ainda pode ser compreendida como uma tendência, uma vez que, de fato, ainda não se consolidou plenamente e de forma massificada na realidade empresarial. No entanto, é um modelo com possibilidade emergente de efetivação. É necessário que o contexto da indústria 4.0 seja inserido na formação educacional das pessoas, e como já acontece no presente, possa receber atenção das pesquisas científicas e das iniciativas empresariais de modo que os benefícios, forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, possam ser observados com o objetivo de transmitir conhecimentos a respeito do novo modelo industrial às pessoas, bem como prepará-las para as boas oportunidades, potenciais e desafios desta indústria.

1.2.2 Qual a motivação em pesquisar a respeito do trabalho humano?

A transição de uma indústria com características da terceira revolução industrial para a quarta, não é um processo que envolve apenas custos, benefícios do ponto de vista empresarial, tecnologia apropriada, já desenvolvida e pronta para aquisição, entre outros aspectos. Envolve também a raiz de toda a indústria, que se ocupou em buscar o propósito pelo qual ela existe, que estabeleceu diretrizes visando o alcance de todos os seus objetivos, que aplicou todo o potencial criativo das áreas funcionais em prática efetiva, que distribuiu os recursos disponíveis conforme a necessidade mútua, que procurou resolver os problemas críticos que máquinas ou equipamentos não o podem fazer. Esta raiz a qual estes aspectos se referem, são as pessoas.

Embora a indústria tenha, frequentemente, que realizar admissão de pessoas, treiná-las, saber aproveitar o melhor de toda a sua capacidade, remunerá-las e cumprir com os direitos trabalhistas das mesmas, é preciso refletir que todo o potencial criativo, inovador, de gestão, análise e tomada de decisões de forma consolidada, vêm de pessoas. As máquinas e os sistemas virtuais, juntos, podem no máximo levantar um conjunto sólido de indicadores reais do que foi feito, do que está se fazendo e do que pode ser realizado, mas a decisão, por exemplo, do rumo que um projeto, ou a própria organização vai seguir é de livre decisão das pessoas.

O trabalho humano é um aspecto que requer cuidados no âmbito da implementação da indústria 4.0, uma vez que esta concede amplo lugar à virtualização com ingresso de alta tecnologia e maquinários inteligentes e eficazes. É necessário refletir além dos benefícios e ganhos vistos sob a ótica rentável. É preciso pensar nas consequências da indústria 4.0 às pessoas, aos seus talentos, às suas famílias, às suas carreiras, às suas formações profissionais, entre muitos outros fatores, para que o trabalho humano não venha a ser prejudicado ou desprezado.

Outro ponto que faz relevante a justificativa, é a necessidade de pesquisa acadêmica e científica que resultem em publicações e diretrizes de ações efetivas a respeito do trabalho humano na indústria 4.0, uma vez que, em grande maioria, as atenções estão voltadas às novas tecnologias, e seus respectivos potenciais e funcionalidades na nova indústria.

1.2.3 Por que a escolha da pesquisa nos países Brasil e Alemanha?

A indústria 4.0 é uma mudança disruptiva que requer preparação e infraestrutura fortificadas para recebê-la plenamente. A escolha do Brasil se deve ao fato de que é um país ainda em desenvolvimento, que tem se aperfeiçoado cada vez mais em conhecimento tecnológico, mas que ainda não é implementado em plenitude como se espera para a indústria 4.0. Os conhecimentos e as publicações científicas no âmbito da indústria 4.0 originados no país também têm aumentado de forma exponencial. Assim como as iniciativas das empresas em fornecerem conhecimento em como alcançar um desempenho 4.0, e em estar mais próximas de serem indústrias 4.0, efetivamente.

Já a escolha pela Alemanha se dá pelo fato de ter sido o país onde foi mencionado pela primeira vez o termo “indústria 4.0” que surgiu como uma iniciativa do governo alemão, assim como foi o primeiro país a apresentar publicações científicas relevantes e a desenvolver as primeiras iniciativas empresariais rumo à indústria 4.0. Desta forma, tem-se um contraste entre os dois países, no qual um é considerado em desenvolvimento e o outro é considerado já desenvolvido. Assim como há similaridades, em que ambos possuem publicações científicas e iniciativas empresariais relevantes a respeito da indústria 4.0.

1.2.4 Por que a realização da pesquisa nos setores acadêmico e empresarial?

Como mencionado anteriormente, a indústria 4.0 tem recebido ênfase em publicações científicas e iniciativas empresariais. Sabe-se que a área acadêmica pode estar um pouco mais ligada às raízes teóricas, à descrição e análise de fenômenos, bem como a levantamentos bibliográficos de estudos ou experiências já realizados, entre muitas outras atividades. Enquanto a área empresarial ocupa-se mais com a realidade industrial, as necessidades, os deveres, as oportunidades e os desafios de mercado, entre vários outros fatores. Assim, pode-se analisar individualmente as afirmações acadêmicas e empresariais, e também contrastá-las, de modo que se possa aferir as percepções comuns e distintas entre ambos os setores.

1.2.5 O que a efetivação da pesquisa pode produzir?

A indústria 4.0 tem sido pesquisada quanto à sua estrutura, os seus princípios de *design*, os seus componentes, o quê de inovação poderá apresentar, o quão maior poderá ser a sua praticidade, e principalmente, quanto às suas tecnologias. Desta forma a pesquisa

realizada no campo da indústria 4.0, com ênfase no trabalho humano, pode contribuir com a bibliografia atual pertinente ao tema, de forma a realizar a disseminação de conhecimentos referentes a este, bem como contribuir com futuras pesquisas que investiguem a respeito do mesmo tema, ou que inclua algumas das categorias de análise deliberadas na pesquisa. Ao que se refere à realidade empresarial, o presente trabalho poderá contribuir no conhecimento do que se tem esperado quanto ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, bem como na identificação de quais seriam as melhores práticas para a elaboração de diretrizes de ações que utilizem com valor a capacidade e o trabalho realizado pelas pessoas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde a primeira revolução industrial, as revoluções subsequentes tiveram resultados em mudanças radicais na fabricação, desde máquinas alimentadas a água e a vapor até chegar à produção automática elétrica e digital. Os processos de fabricação tornaram-se cada vez mais complicados, automáticos e também sustentáveis, o que significa que as pessoas podem operar máquinas de maneira simples, eficiente e persistente (WAHLSTER, 2012).

Os autores Drath e Horch (2014), Ford (2015), Hilger (2013), Lasi et al. (2014) e Schmidt et al. (2015), afirmam que desde a primeira publicação do termo “Indústria 4.0”, muitas empresas e organizações europeias de pesquisa em fabricação, produziram trabalhos referentes a esse tema, enfatizando que, no âmbito desta nova indústria, a fabricação consistirá em trocar informações entre máquinas controladas e unidades de produção atuando de forma inteligente e autônoma em interoperabilidade. No entanto, os pesquisadores possuem opiniões distintas sobre os requisitos específicos da indústria 4.0 e sua completa realização atuando em suas diversas aplicações de tecnologia industrial.

Diante deste contexto, serão apresentados os tópicos da revisão bibliográfica os quais abrangem temas que envolvem aspectos das teorias clássicas da administração relacionadas ao trabalho, a descrição das três revoluções industriais já ocorridas, a apresentação da estrutura da iminente indústria 4.0 e seus respectivos componentes, bem como as definições já estudadas a respeito do trabalho humano neste contexto industrial.

2.1 Evolução histórica das teorias clássicas da administração no contexto industrial

Para que o contexto do trabalho humano atual e sua respectiva tendência para a indústria 4.0 sejam analisados corretamente, se faz necessário uma revisão histórica dos acontecimentos que demarcaram o trabalho das pessoas no setor industrial. Tais acontecimentos foram delineados em “teorias da administração”, que envolvem aspectos ligados diretamente às pessoas e à organização.

Diante da possibilidade de revisitar as teorias administrativas, as organizações podem adaptar os seus processos em concordância com as suas necessidades ou metas deliberadas. Isto faz com que as empresas possam desenvolver vários modelos de gestão, com os quais adquirem benefícios e vantagens dentro do seu segmento. Ademais, algumas teorias são mais

populares do que outras ao referirem-se a modelo de gestão (BURGESS; SINGH; KOROGLU, 2006).

2.1.1 Teoria da Administração Científica

De acordo com Dalmolin et al. (2007), a Teoria Geral da Administração é constituída por um agrupamento chamado Teoria Clássica da Administração que é formada pela Teoria da Administração Científica, Teoria Administrativa e Teoria da Burocracia, cujos idealizadores foram Frederick Winslow Taylor, Henri Fayol e Max Weber, respectivamente.

No início do século XX, a Administração aparece como uma ciência que mudaria a forma de gerenciar e supervisionar uma organização. Surge, então, a chamada Escola de Administração Científica a qual teve como percussor o engenheiro americano Frederick Winslow Taylor, que levaria ao máximo suas crenças, seus valores e ideias para o nível operacional, com o objetivo de aumentar a eficiência industrial, utilizando como ferramenta primordial a observação e a mensuração dos tempos e movimentos, como forma de aumentar a produtividade por meio das técnicas de engenharia industrial (SANTOS, 2012).

De acordo com Razza et al. (2010), Taylor entendia que toda tarefa, por menor que seja, é relevante e necessita ser estudada a fim de que se projete um melhor método para a sua efetivação. Na teoria proposta por Taylor o trabalhador passava a realizar tarefas específicas com controle rigoroso do tempo. O treinamento era relevante, uma vez que com instruções sistemáticas e adequadas a cada função seria possível fazer o trabalhador ter uma produtividade maior e com mais qualidade. Assim, deveria haver um forte controle para observar se o trabalho está sendo efetuado de forma correta, na sequência e no tempo estabelecido para não haver desperdício operacional.

Segundo Trindade (2004), Frederick Winslow Taylor, na época de 1883 a 1929, apresentou uma alternativa de controle dos tempos e movimentos realizados pelo trabalhador na fábrica cuja denominação é “administração científica”. A sua contribuição para com os proprietários de fábricas constituiu-se de um conjunto de técnicas e métodos de organização do trabalho apresentadas com o objetivo de eliminar desperdício e perdas ocasionadas pelas indústrias devido a momentos de ociosidade do trabalhador. Desta forma, com a divisão manufatureira do trabalho, objetivava elevar ainda mais os níveis de produtividade já alcançados.

A proposta de Taylor para a organização do trabalho procurava, basicamente, diminuir qualquer perda de tempo que houvesse na produção, de modo que cada fase do processo de trabalho seguia passos cuidadosamente cronometrados, com o intuito de eliminar processos extensos e inúteis. Taylor acreditava que os trabalhadores possuíam disposição natural para a indolência, e afirmava, portanto, ser de extrema importância existir uma gerência capaz de exercer o controle total não apenas sobre os processos de trabalho, mas principalmente sobre os trabalhadores, eliminando interações que pudessem atrapalhar na produção (GARRATY; MCCAUGHEY, 1991).

Para Motta (2000), a administração científica restringiu-se às tarefas e aos aspectos ligados à função do operário. Embora a organização seja constituída de pessoas, pouca atenção foi concedida ao fator humano, e assim, consequentemente constrói-se uma organização como um arranjo físico estático e bastante rígido, no qual o homem era considerado um apêndice da máquina, ou seja, da mesma forma que uma máquina existe para uma finalidade, a organização também era edificada e idealizada através de um projeto, e desta forma surge a denominação de “teoria da máquina”.

Ribeiro (2007) afirma que com esta preocupação básica da teoria da administração científica em elevar a produtividade da empresa por meio do aumento da eficiência no nível operacional, isto é, no nível dos operários, concedia-se então, ênfase à análise da divisão do trabalho do operário, uma vez que o ocupante e as respectivas atividades do cargo constituem a unidade fundamental da organização. Nesse sentido, a teoria da administração científica é uma abordagem que atua de baixo para cima (dos operários para o supervisor e gerente) e das partes (operários e seus cargos) para o todo (organização empresarial).

Em seu livro “Princípios de Administração Científica”, Taylor (1995) apresenta as características gerais e específicas da administração científica, os fatores que a motivaram, bem como os seus princípios estruturais. A contribuição verdadeira de Taylor para a indústria verificou-se em seu método científico, que substituiu os processos rotineiros por outros observados através de análises prévias.

Taylor compreendeu que alguns problemas advinham das pessoas, e em seus estudos observou os aspectos psicológicos ligados a elas. Esta teoria é pautada em alguns objetivos aos quais referem-se como os seus princípios. A Figura 1 apresenta os quatro princípios básicos da administração científica.

Figura 1 - Princípios da Administração Científica.

Fonte: Adaptado de Silva (2008).

Segundo Taylor (1995) o primeiro princípio citado consiste em desenvolver uma ciência que pudesse ser aplicada a cada etapa do trabalho humano, em lugar dos velhos métodos rotineiros. Já o segundo princípio mencionado, refere-se a selecionar o trabalhador ideal para cada serviço, e em seguida ensiná-lo, treiná-lo e formá-lo, ao contrário do antigo costume de deixar que o próprio trabalhador selecionasse o seu serviço e realizasse uma autoformação, da melhor maneira possível. O terceiro princípio mencionado procura criar uma profunda cooperação entre a direção e os trabalhadores, visando que as atividades se desenvolvessem de acordo com os princípios da ciência aperfeiçoada. E, por fim, o quarto princípio referido consiste em dividir o trabalho com processos em grande parte iguais entre a direção e os trabalhadores, de modo que cada departamento atuasse com os trabalhos para os quais estivesse mais bem preparado, modificando, dessa forma, as antigas condições, nas quais boa parte de todo o trabalho e a maior parcela da responsabilidade vinham sobre aqueles.

Razza et al. (2010), apresenta tais princípios da administração científica com nomenclaturas próprias às quais o primeiro, segundo, terceiro e quarto são identificados como: Princípio de planejamento, princípio de preparo, princípio de controle, e, princípio de execução, de forma respectiva. Segundo Santos (2012), o integrante dessa teoria, Henry Ford, adotou três princípios básicos com o objetivo de acelerar a produção. São eles:

1. *Princípio de intensificação*: Embasava-se na diminuição do tempo de duração com a utilização imediata dos equipamentos e a disponibilização dos produtos no mercado.
2. *Princípio de economicidade*: Procurava-se reduzir ao mínimo o volume de estoque da matéria-prima em estado de transformação, onde a velocidade da produção deve ser rápida e eficiente.

3. *Princípio de produtividade*: Adotava-se como função aumentar a produtividade do trabalhador no mesmo período através da especialização na linha de montagem. Nesse contexto, o trabalhador recebia mais e o empresário alcançava uma produção maior.

Segundo Silva (2008), algumas críticas foram identificadas quanto ao sistema de Taylor para a administração científica. Tais críticas podem ser resumidas em dois grupos, os quais são:

1. *Mecanização*: Desestimula a iniciativa pessoal do trabalhador, não se concede atenção distinta a este em relação às máquinas, e, conseqüentemente, não se consideram os seus aspectos psicossociais;
2. *Esgotamento físico*: Consequência frequente do comportamento do trabalhador para realizar mais do que o esperado, a fim de que o seu pagamento seja aumentado.

Ainda segundo o mesmo autor, como resultado este sistema tende a especializar demasiadamente a produção do trabalhador, bem como a eliminar a iniciativa própria, e de alguma maneira o relacionamento interpessoal, e ainda, a atomizar o trabalho com excesso, não utilizando potencialmente as aptidões próprias dos trabalhadores. Muitas dessas restrições podem ser verificadas nos sistemas contemporâneos quanto à realização do trabalho nas indústrias.

2.1.2 Teoria Administrativa

Depois de mais de noventa anos da sua principal publicação, *Administration Industrielle et Générale* (AIG), a teoria de Jules Henri Fayol ainda desperta controvérsias. Uma análise mais detalhada de seus trabalhos revela ao leitor do século XXI um estudioso surpreendentemente contemporâneo. Alguns aspectos que só vieram a entrar nas pautas dos estudos organizacionais da Escola de Relações Humanas, na década de 1930, ou da Teoria das Contingências, efervescentes desde 1970, foram de alguma forma descritos por Fayol décadas antes (SOUZA; AGUIAR, 2011).

Para Caravantes, Panno e Kloeckner (2005), o estudioso Henri Fayol, conhecido como expoente da teoria clássica da administração, focou as suas pesquisas na eficiência da organização, que posteriormente leva à eficiência dos departamentos e das pessoas, ou seja, a ênfase de sua abordagem estava na estrutura organizacional, em uma ótica de cima para

baixo, não pensando na tarefa, mas passando ao estudo da gestão através da identificação das operações técnicas da administração.

Fayol (1989) afirmava que todas as organizações possuíam atividades que poderiam ser categorizadas em seis grupos: Técnico, comercial, financeiro, de segurança, contabilidade e administrativo. A sua teoria enfatiza a última categoria, abrangendo a função administrativa. Fayol também apresentou cinco processos de gestão, os quais são apresentados pela Figura 2, que constituíam as regras de sua teoria administrativa.

Figura 2 - Processos de gestão da Teoria Administrativa.

Fonte: Adaptado de Toti et al. (2017).

O primeiro processo “Planejar”, consiste basicamente em analisar e decidir as melhores ações a serem tomadas a diante. Já o segundo, “Organizar”, refere-se a deliberar linhas de autoridade e responsabilidade. O terceiro processo mencionado, “Coordenar”, constitui-se em estabelecer o tempo e o sequenciamento das atividades, combinando-as harmoniosamente. Já o quarto processo, “Comandar”, significa basicamente pôr em prática o plano deliberado. Por fim, o último processo, “Controlar”, consiste em monitorar e ajustar, de modo que haja conformidade com as regras estabelecidas (TOTI et al., 2017).

Segundo Ribeiro et al. (2015), o papel dos gerentes em uma organização necessita que que existam regras e autoridade a fim de que ela alcance ao seu propósito econômico. Este controle gerencial deve atender a certa dinâmica, a qual Fayol constituiu como deveres dos gerentes, visando à plena eficácia da administração. Tais deveres dos gerentes são apresentados pela Tabela 1.

Tabela 1 - Dinâmica do controle gerencial na Teoria Administrativa.

Deveres dos Gerentes na Administração	
•	Assegurar a cuidadosa preparação e execução dos planos;
•	Cuidar para que a organização seja concordante ao objetivo, aos recursos e aos requisitos;
•	Estabelecer uma autoridade única, construtiva, competente e enérgica;
•	Harmonizar as atividades existentes e coordenar os esforços na organização;
•	Formular as decisões de maneira clara, simples e precisa;
•	Organizar eficientemente a seleção do pessoal;
•	Definir de forma transparente as obrigações;
•	Encorajar o senso de responsabilidade e a iniciativa própria;
•	Recompensar justamente e de maneira adequada os serviços oferecidos;
•	Utilizar sanções contra erros e faltas;
•	Preservar a disciplina no ambiente organizacional;
•	Subordinar os interesses individuais aos interesses coletivos;
•	Manter a unidade de comando;
•	Supervisionar a ordem das pessoas e dos recursos físicos na organização;
•	Procurar manter tudo sobre controle;
•	Combater a excesso desnecessário de regulamentos, burocracia e papelada.

Fonte: Adaptado de Motta e Vasconcelos (2001).

Na teoria da administração científica, Taylor defendia que o fato de ser um bom administrador era uma característica intrínseca à pessoa, já na teoria administrativa, Fayol afirmava que havendo um treinamento bem elaborado, as habilidades administrativas poderiam ser transmitidas a todos os participantes que estivessem dispostos a aprendê-las. Quando nota-se que as duas teorias se opõem, observa-se também que elas se complementam e conversam entre si, principalmente no que se refere aos verdadeiros fatores motivacionais dos operários na época a qual as teorias foram criadas. Um dos pontos comuns entre as teorias é o fato de que ambas consideravam como o grande diferencial da boa produtividade nas organizações, o fator remunerativo (VELOSO, 2015). Segundo Toti et al. (2017), Fayol ainda enumerou e relatou quatorze princípios de gestão, os quais são apresentados pela Tabela 2.

Tabela 2 - Princípios da Teoria Administrativa.

Princípio	Descrição
<i>1. Divisão do Trabalho</i>	Procura pela produtividade otimizada objetivando-se a possibilitar inovações e ser mais eficiente em termos de custos.
<i>2. Autoridade e Responsabilidade</i>	Conscientização da responsabilidade do gestor em assumir as consequências de suas ações, uma vez que este deve gerir a organização e ter a visão de longo prazo.
<i>3. Disciplina</i>	Obediência quanto às normas estabelecidas na organização que vão desde a assiduidade até o cumprimento das metas de produção.
<i>4. Unidade de Comando</i>	Uniformidade na gestão à qual o agente deve obedecer apenas um gestor. Em caso contrário, problemas quanto à execução de tarefas e ordens contraditórias podem surgir, reduzindo a produtividade.
<i>5. Unidade de Direção</i>	Uniformidade de objetivo na organização, em que todos conhecem a sua parte a fazer para que o objetivo estabelecido seja alcançado.
<i>6. Subordinação dos Interesses Individuais aos Interesses Gerais</i>	Importância do interesse particular até o ponto em que não prejudique o bem-estar coletivo. A não observância deste, pode ocasionar a perda de eficiência dentro da organização.
<i>7. Remuneração do Pessoal</i>	Pagamento pelo trabalho dos operários como salário, por tarefas mais complexas e em função da própria produtividade.
<i>8. Centralização</i>	Concentração advinda do tamanho da organização que define o quão centralizada ou descentralizada esta pode ser. É do mesmo nível de importância que a divisão do trabalho.
<i>9. Hierarquia</i>	Estabelecimento do nível de autoridade, devendo ser claro para todos os agentes, visando o bom funcionamento da organização.
<i>10. Ordem</i>	Organização em dois sentidos, o primeiro referente à ordem material dos insumos e dos subprodutos, o segundo, à ordem social em que cada agente tem sua função bem definida.
<i>11. Equidade</i>	Resultado da justiça e boa vontade dos agentes, sendo necessário conceder a satisfação a estes, considerando os princípios anteriores.
<i>12. Estabilidade do Pessoal</i>	Permanência ou mudança do agente devido à sucessivas transformações em sua função, podendo ocorrer uma queda em sua produtividade.
<i>13. Iniciativa</i>	Abranger colaboradores capazes de elaborar planos e garantir o sucesso principalmente em momentos de dificuldade.
<i>14. Espírito de Equipe</i>	Predominância da harmonia em plenitude, uma vez que os esforços realizados em conjunto cooperam para o alcance de resultados bem mais expressivos.

Fonte: Adaptado de Toti et al. (2017).

Segundo Chiavenato (1999), pode-se ressaltar algumas críticas consideráveis quanto à teoria proposta por Fayol, tais como:

1. Abordagem simplificada no que se refere à organização formal;
2. Ausência de trabalhos experimentais;
3. O extremo racionalismo na compreensão da administração;
4. Percepção de que a organização deve ser vista com uma máquina;
5. Falta de observação da organização informal como influenciadora da organização formal;
6. Visão equivocada da organização como sistema fechado que não é influenciado pelo meio.

De acordo com Silva (2008), referente à teoria da administração científica, Taylor, visando aumentar o rendimento da organização industrial, começou seus estudos pelo operário (visão de baixo para cima). Já na teoria administrativa, Fayol iniciou seus estudos pelos dirigentes (de cima para baixo). Taylor analisou cientificamente o trabalho humano e o trabalho da máquina, utilizando o método da “diferença” ou da “variação concomitante”, em que faz variar um único fator, estabelecendo como fixos todos os demais. Fayol ponderou cientificamente a tarefa do dirigente, em que o único fator variável é a administração, e os fatores fixos são ferramentas ou instrumentos, capital, expedientes, processos e o valor técnico. Além disso, Fayol indica para o dirigente aquilo que Taylor define para o operário: “desobrigá-lo de toda reflexão e ação inúteis”. A Figura 3 apresenta os principais pontos da teoria da administração científica e da teoria administrativa.

Figura 3 - Principais pontos da Teoria da Administração Científica e Teoria Administrativa.

Fonte: Adaptado de Silva (2008).

2.1.3 Teoria Burocrática

A teoria burocrática tem como base os trabalhos de Max Weber que, no começo do século XX, publicou uma bibliografia sobre as grandes organizações da sua época, a qual concedeu o nome de burocracia e dessa forma começou a considerar o século XX como o século das burocracias, pois para ele as organizações daquele período apresentavam características de uma nova época, devido aos novos valores e exigências. O surgimento das burocracias coincidiu com o aparecimento do capitalismo, através de vários fatores, dentre eles a economia monetária, o mercado de mão-de-obra, entre outros (CHIAVENATO, 2003).

Segundo Motta e Vasconcelos (2008) a burocracia conforme o sociólogo alemão Max Weber é vista como um sistema que consiste em organizar, de maneira estável e durável, a cooperação de um grande número de indivíduos, cada um em sua especialidade. É considerada uma tentativa de coordenação do comportamento humano em empregar a autoridade racional-legal para fins de atingir os objetivos gerais da organização. Além disso, separa-se as esferas pessoal, privada e familiar da esfera do trabalho, esta última considerada como uma esfera pública, na qual o indivíduo atua. A Figura 4 apresenta as características da presente teoria.

De acordo com Pires e Overbeck (2014), a teoria da burocracia de Weber indica um modelo organizacional com base na racionalidade, que trabalha com a adequação dos meios para alcançar os fins desejados, de maneira a garantir o maior grau de eficiência no alcance dos objetivos de uma organização.

Figura 4 - Características da Teoria Burocrática.

Fonte: Adaptado de Chiavenato (2003).

2.2 Revoluções Industriais

As Revoluções Industriais não podem ser relatadas somente pelas invenções ou descobertas de fontes de energia, novas máquinas, materiais ou métodos, por exemplo. No entanto, estes fatores são de extrema importância para o desenvolvimento da economia nos últimos dois séculos e meio. Há tempos atrás já existiam máquinas, como as dos moinhos hidráulicos e da imprensa. Contudo, a difusão das máquinas, chamada de maquinismo, caracteriza e distingue este período em relação aos anteriores (DATHEIN, 2003). A Figura 5, bem como os tópicos em sequência, apresentam as três revoluções industriais já ocorridas, como também suas respectivas características.

Figura 5 - Revoluções Industriais.

Fonte: Adaptado de Dombrowski e Wagner (2014).

2.2.1 Primeira Revolução Industrial

De acordo com De Masi (1999), o desenvolvimento da sociedade industrial foi verificado em três momentos diferentes. O primeiro deles corresponde à chamada Primeira Revolução Industrial, que foi impulsionada pela criação da máquina a vapor e teve como o seu maior teórico Adam Smith, que foi também o idealizador do Liberalismo Econômico.

Até o surgimento da primeira revolução industrial, a partir de meados do século XVIII, as fontes utilizadas foram a água, a energia animal e a madeira, principal material de

construção e combustão. O ferro tornou-se um dos materiais que mais prevaleciam na construção, enquanto o carvão era o primeiro combustível, e o vapor, um dos principais motores, todos estes interagindo entre si formando um novo sistema técnico (GILLE, 1978).

Segundo Guedes e Rosário (2005), a primeira revolução industrial estendeu-se até as últimas décadas do século XIX e no decorrer desse período aconteceram transformações significativas. A produção fabril foi ampliada a outros países além da Inglaterra e outros segmentos dos bens de consumo. Em meados do século XIX verifica-se a revolução nos transportes e nas comunicações, incluindo a difusão dos caminhos-de-ferro, o telégrafo e a navegação transoceânica a vapor em casco de aço. As atividades além das fronteiras, consideradas um misto de empreendimento e aventura, são viabilizadas e integradas comercialmente e financeiramente à lógica de expansão das organizações.

A vida laboral passou a ser vista separadamente da vida doméstica, e o trabalho nas indústrias foi mecanizado e segmentado em tarefas especializadas. Um grande contingente de agricultores e artesãos oferecia a sua força de trabalho para a indústria em troca de salários. Neste novo cenário duas classes sociais emergiram: a burguesia, detentora dos meios de produção industrial, considerada rica e ávida de consumo, e o proletariado, que era constituído pelos trabalhadores que garantiam a mão-de-obra necessária para a produção de bens e serviços. Esta época foi marcada pela supervalorização da produção industrial, em que os trabalhadores assalariados tinham que enfrentar jornadas de trabalho extensas e não possuíam qualquer direito ou garantia social (SPARTA; LASSANCE, 2003).

Quanto à inclusão de maquinário na manufatura, Dathein (2003) afirma que o primeiro exemplo de maquinismo é o da indústria têxtil do algodão na Inglaterra. Na década de 1730, foram realizados aperfeiçoamentos no tear de tecer, permitindo mais rapidez na produção e a elaboração de peças mais largas. Este desenvolvimento levou a um desequilíbrio entre a confecção dos fios e dos tecidos, tornando-se o primeiro relativamente lento. Desta forma, fez-se necessário o desenvolvimento da máquina de fiar.

2.2.2 Segunda Revolução Industrial

Após a primeira revolução industrial, dá-se início na segunda metade do século XIX, a chamada Segunda Revolução Industrial, que envolveu uma série de desenvolvimentos na indústria química, elétrica, de petróleo e aço, incluindo também outros progressos fundamentais nesse período como, por exemplo, os navios de aço movidos a vapor, o

desenvolvimento do avião, a produção em massa de bens de consumo, o enlatamento de comidas, a refrigeração mecânica, bem como outras técnicas de preservação, e ainda, a criação do telefone eletromagnético. Esta época demarca também o advento na Alemanha e dos Estados Unidos juntamente da França e do Reino Unido como potencialidades industriais. Nos Estados Unidos a segunda revolução industrial é comumente associada com o gerenciamento científico aplicado proposto por Frederick Winslow Taylor (CONTREIRAS, 2015).

Para Guedes e Rosário (2005), a transição para a segunda revolução industrial é consolidada com a inclusão de novas fontes de matérias-primas e energia, notadamente a eletricidade, e de forma crescente, o petróleo. É no final do século XIX que se pode verificar uma certa pulsação cíclica na economia mundial. Nas primeiras décadas do século XX, a revolução nos transportes e nas comunicações se intensifica com a difusão das indústrias automotiva e aeronáutica, assim como a telefonia e as transmissões radiofônicas.

Consoante à afirmação dos autores anteriores, Dathein (2003) considera que a partir da última metade do século XIX pode-se afirmar que houve uma segunda revolução industrial. Enquanto a primeira embasou-se no ferro e na energia a vapor do carvão, a segunda embasou-se na eletricidade e no aço, ocorrendo relevantes desenvolvimentos nas comunicações, na química, e na utilização do petróleo. Porém tais inovações, inicialmente e de modo em geral, não substituíram plenamente as antigas, de modo que somente começaram a destacar-se, uma vez que a sua plena realização efetivou-se apenas no século XX.

Conforme afirmam Quintaneiro, Barbosa e Oliveira (2003), com a segunda revolução industrial, a eletricidade cooperou para com a reprodução em larga escala da capacidade produtiva do trabalhador, e os limites do ciclo da claridade do dia e escuridão da noite deixaram de ser referência de produção. Neste período, foi concedida atenção às relações de trabalho, passando estas a serem cada dia mais argumentadas, promovendo diálogos profundos até os dias atuais. Segundo Ossege e Garrafa (2015), podem-se verificar as mudanças realizadas nas organizações ao relembrar que neste período compreendido como a segunda revolução industrial, o trabalho que era desempenhado por seres humanos e animais começou a ser substituído por máquinas e equipamentos mais modernos.

Como destaque na segunda revolução industrial, Guedes e Rosário (2005) afirmam que a eletricidade transformou em profundidade o modelo mecânico típico da primeira revolução industrial, porque permitiu inter-relacionar de modo orgânico as diferentes etapas

do processo de trabalho. A utilização da energia elétrica e sua respectiva velocidade possibilitam sincronismos instantâneos e geram um campo unificado de comportamentos. Neste contexto, apresentou-se um impacto quase imediato na coordenação e harmonização das atividades humanas. A automação não é apenas uma simples extensão dos princípios mecânicos de fragmentação e separação, próprios do regime mecânico, mas é também um processo interno de conservação e de aceleração da informação.

De acordo com Campos (2000), Jules Henri Fayol e os que apoiavam suas ideias criaram a teoria administrativa propondo a definição de que para uma organização aumentar a sua eficiência, esta necessita escolher estruturas e funcionamentos adequados. Deste então, as instituições têm como uma de suas metas identificar novas formas de melhorar o desempenho de trabalhadores e máquinas através do aperfeiçoamento dos métodos de trabalho.

Segundo Ossege e Garrafa (2015), o modelo capital-trabalho desenvolvido na segunda revolução industrial, objetiva-se ainda atualmente a otimizar recursos, diminuir investimentos e auferir maiores lucros. Este processo é a principal ferramenta que impulsiona o paradigma do capitalismo pós-moderno, funcionando como base para os novos padrões de gestão no campo industrial capitalista.

2.2.3 Terceira Revolução Industrial

A Terceira Revolução Industrial iniciou-se na década de 1970 (COSTA, et al., 2017), caracteriza a estruturação do capitalismo, assim o sistema econômico apresentou a cooperação como um novo paradigma, defendendo que os objetivos só podem ser alcançados em conjunto. Diante disto, ocorreu o crescimento na contratação de empresas, o desenvolvimento destas aconteceu de forma cada vez mais impulsionada, passaram a obter fortes articulações, com a mesma proporção de reciprocidade. Esta revolução apresentou uma maneira diferente de gerenciar a economia, evidenciando uma negociação mais horizontal, com mais flexibilidade, onde as empresas se reúnem para conseguir uma ação econômica mais precisa (FIDELIS; REIS, 2016).

Esta revolução industrial desenvolveu o papel da instrumentação da economia financeira, denominada de Economia de Mercado, proporcionando o desenvolvimento acelerado nos meios de comunicação e transporte, além de permitir a integração mundial que se trata da globalização (CONTREIRAS, 2015). Para Costa et al. (2017), ela ficou muito conhecida pela tecnologia empregada no Japão a meados dos anos 70, composta por

biotecnologia, informática, máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado), microeletrônica, sistema integrado a telemática. As relevantes características da Terceira Revolução e seus principais efeitos estão apresentados, respectivamente, na Tabela 3 e Figura 6.

Tabela 3 - As importantes características da Terceira Revolução Industrial.

As importantes características da Terceira Revolução Industrial
O uso de diversas fontes de energia como o petróleo, energia hidrelétrica, nuclear, eólica, entre outras. Na década de 90, pôde-se verificar o aumento considerável do uso de energia e também a preocupação em diminuir o uso de fontes poluidoras
Utilização de recursos da informática na produção industrial
Redução crescente da mão-de-obra humana, que foi substituída por computadores, máquinas, sistemas automatizados
Aumento dos direitos trabalhistas
Globalização
Avanço na área da biotecnologia, expandindo a produção e eficiência nas indústrias de medicamentos e conseqüentemente melhorando a qualidade de vida das pessoas
Aparecimento de grandes potências industriais e econômicas (Alemanha, China e Japão)
No início do século XXI, ocorreu a massificação dos produtos tecnológicos, voltados na era da comunicação e internet
A partir dos anos de 1980, grande parte das indústrias evidenciaram a preocupação com o meio ambiente, assim, buscaram adaptar os processos produtivos para minimizar os impactos negativos

Fonte: Adaptado de Contreiras (2015).

Figura 6 - Principais efeitos da Terceira Revolução Industrial.

Fonte: Adaptado de Contreiras (2015).

As questões voltadas ao valor do trabalho e à produtividade humana nesta revolução são redefinidas simultaneamente frente ao uso da tecnologia que se apresenta cada vez mais

acessível e de baixo custo para as empresas. Diante disto, o setor tecnológico que frequentemente produz inovações também busca realizar alterações nas formas de gestão do trabalho e atribui aos colaboradores o uso de novos recursos laborais, bem como, o necessário aprimoramento para garantir a melhoria da produtividade individual e das instituições (OSSEGE; GARRAFA, 2015).

2.3 Indústria 4.0

O fenômeno da Indústria 4.0 foi mencionado na língua alemã pela primeira vez durante o evento "*Hannover Fair*", em 2011, na Alemanha, como uma proposta para o desenvolvimento de um novo conceito de política econômica alemã embasado em estratégias de alta tecnologia, que simbolizam o início da chamada Quarta Revolução Industrial (LEE, 2013; MOSCONI, 2015).

A nova indústria, muitas vezes referida como a quarta revolução industrial, visa fundir o espaço real e o virtual por meio dos chamados *Cyber-Physical Systems* (CPS), que são sistemas ciber-físicos cujo objetivo consiste em alcançar a máxima autonomia e eficiência. A indústria 4.0 permite uma mudança no paradigma de produção "centralizado" para "descentralizado", considerado uma inversão da lógica dos processos de produção verificados até hoje (ANG et al., 2017).

Muitos autores já identificaram conceitos, ferramentas e tecnologias da nova indústria, como por exemplo, o estudo realizado por Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), que é um dos primeiros documentos a listar as ações-chave necessárias para a implementação bem-sucedida da indústria 4.0. Dentre as percepções dos autores, pode-se mencionar a identificação como facilitadores fundamentais para as fábricas inteligentes, a *Internet of Things* (IoT), também conhecida como internet das coisas, e ainda, a *Internet of Services* (IoS), comumente chamada de internet dos serviços.

Os autores Hermann, Pentek e Otto (2015) verificaram a existência de quatro componentes-chave da indústria 4.0, como os já mencionados CPS, IoT, IoS, e ainda, as fábricas inteligentes. Já Posada et al. (2015), adicionou a computação visual como parte das principais tecnologias da indústria 4.0, entre outras, tais como gerenciamento do ciclo de vida do produto, tecnologias semânticas, big data industrial, segurança cibernética, robótica inteligente e automação industrial. Por fim, a International Electrotechnical Commission (2015) listou as tecnologias de habilitação para fábricas inteligentes, as quais pode-se citar a

IoT, os aplicativos baseados em nuvem, *big data analytics*, robótica inteligente, simulação integrada da produção de produtos e *Additive Manufacturing* (AM), consistente na fabricação de aditivos.

Na Alemanha, as indústrias já estão avaliando a sua prontidão para a implementação da indústria 4.0. Pelo menos 41% das empresas alemãs conhecem o tema da indústria 4.0 e assim já iniciaram algumas iniciativas concretas. Mas o caminho a ser percorrido é longo e algumas indústrias ainda desconhecem o termo. Tal fato aplica-se, em particular, às indústrias de pequena escala, onde 44% não sabem o que é a indústria 4.0. Por outro lado, o novo modelo industrial é bem conhecido em empresas maiores, onde apenas 17% não conhecem o termo. Verifica-se também um atraso nos planos de implementação da indústria 4.0 entre grandes indústrias e Pequenas e Médias Empresas (PMEs). Quase 20% dos fabricantes de equipamentos originais possuem estratégias sólidas de implementação, enquanto que, embora exista um enorme volume de PMEs na Alemanha, somente 17% estão equipados com estratégias de implementação (WEISS; ZILCH; SCHMEILER, 2014).

De acordo com a Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), a indústria 4.0 não é apenas um desafio técnico, mas também uma realidade que alterará significativamente a estrutura organizacional das empresas. Sem a intenção de apresentar uma listagem abrangente, os autores exemplificam cinco visões para a mudança disruptiva da indústria 4.0:

- *Novo nível de interação sócio-técnica*: Os recursos de produção que são autônomos e auto-organizados realizam os processos de planejamento em cadeias de valor entre as empresas;
- *Produtos inteligentes*: São mutuamente conhecidos os produtos e o parâmetro operacional tolerável de certo processo de fabricação. Estes produtos podem ser agrupados visando a otimização da produção;
- *Produção individualizada*: A reconfiguração flexível permite às indústrias considerar as características específicas do cliente e do produto no decorrer do projeto, planejamento, produção e fase de reciclagem;
- *Controle autônomo*: Os colaboradores controlam e configuram os recursos inteligentes de fabricação com base em alvos sensíveis ao presente contexto;
- *O design do produto controla os dados relacionados ao produto*: Os dados referentes ao produto tornam-se um recurso central no gerenciamento do seu respectivo ciclo de vida.

A iminente indústria 4.0, em comparação com as abordagens industriais anteriores, visa um nível completamente novo de automação de processos. Por meio da utilização da internet altamente flexível para os níveis de dados reais dos processos de fábrica, estão sendo abertos potenciais e fundamentais recursos inovadores para o planejamento, controle e organização dos processos de produção e de cadeias de valor inteiras. Além disso, a nova indústria também tem como destaque o extenso benefício de que o uso avançado dos dados advindos dos clientes e do mercado, é, agora, um pré-requisito para o desenvolvimento de modelos de negócios plenamente inovadores, que colaboram eficazmente para com a abrangência de novos segmentos de mercado (BROY, 2010; REINHART et al., 2013; SENDLER, 2013).

Normalmente boa parte dos estudiosos da indústria 4.0 afirmam que com a efetivação e difusão dos seus sistemas com a crescente digitalização dos processos sociais e econômicos, os processos de transição à indústria 4.0 serão desencadeados a longo prazo, sendo estes altamente sustentáveis, mas ainda não previsíveis quanto às suas consequências para as estruturas socioeconômicas, especialmente, para o trabalho (HIRSCH-KREINSEN; ITTERMANN; NIEHAUS, 2015).

2.3.1 Estrutura funcional

Segundo Zhou, Liu e Liang (2016), a indústria 4.0 constitui uma junção de três aspectos gerais consideráveis: planta inteligente, produção inteligente e logística inteligente. Segundo Kagermann (2015) a "planta inteligente" evoluiu a partir da fábrica digital, e consiste em um componente chave da infraestrutura inteligente para o futuro, com foco em sistemas e processos de produção altamente potenciais, assim como na realização da distribuição de rede de instalações de produção, que constitui o *layout* de fábrica. A Figura 7 apresenta a integração entre os três aspectos supracitados.

A "produção inteligente", principalmente relacionada ao gerenciamento da logística de produção em toda a indústria, juntamente à interação homem e máquina, bem como à aplicação da tecnologia 3D/4D em processos industriais, constitui uma cadeia industrial com alta capacidade de ser flexível, personalizada e mantida ativamente em rede. Já a "logística inteligente", especialmente através da internet, IoT e redes de integração dos recursos de logística, coopera para o alto desempenho da eficiência dos recursos logísticos tanto para o lado da oferta, quanto para o lado da demanda, de modo que é possível obter uma correspondência do serviço para obter suporte logístico. Estes são três aspectos independentes

uns dos outros, mas que com coordenação e cooperação mútua constituem o sistema de produção da indústria 4.0. Vale ressaltar que a fabricação inteligente é o núcleo dessa nova indústria, cuja finalidade é criar produtos personalizados para os clientes (ANDERL, 2014).

Figura 7 - Aspectos gerais da Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de Zhou, Liu e Liang (2016).

Consoante aos aspectos gerais da estrutura da indústria 4.0, verifica-se a presença fundamental e interdependente de duas cadeias de valor, sendo elas a horizontal e a vertical. A Figura 8 apresenta a primeira cadeia de valor citada, juntamente com os seus respectivos componentes.

Figura 8 - Cadeia de valor horizontal na Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de Koch et al. (2014).

O processo de digitalização está a caminho de cadeias de valores tanto horizontais quanto verticais. A digitalização da cadeia de valor horizontal atua integrando e otimizando o fluxo de informações e bens do cliente através de sua própria empresa para o fornecedor, e assim, as informações voltam novamente. Este processo envolve a integração e o controle

proativo de todos os departamentos internos da empresa como, por exemplo, planejamento, compras, produção e logística. O processo também inclui todos os parceiros externos da cadeia de valor que são participantes e fundamentais para satisfazer os requisitos do cliente e cumprir os serviços solicitados (KOCH et al., 2014). A Figura 9 apresenta a cadeia de valor vertical com os seus devidos membros.

Figura 9 - Cadeia de valor vertical na Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de Koch et al. (2014).

Para Koch et al. (2014), a digitalização da cadeia de valor vertical, por outro lado, está associada à garantia de um fluxo de dados e informações das vendas através do desenvolvimento de produtos para a manufatura e logística. A qualidade e a flexibilidade podem ser alavancadas e os custos reduzidos, através da conexão precisa e ideal dos sistemas de fabricação e sua respectiva prevenção de falhas, contribuindo para com melhores habilidades analíticas. Por exemplo, um relevante fabricante de componentes eletrônicos já alcançou um nível muito alto de digitalização em algumas plantas. Isto foi realizado por meio da implementação de vários processos e otimizações da cadeia de valor, incluindo:

- Disponibilidade vertical e integração de todos os dados de cadeia de suprimentos, desenvolvimento, e, fabricação;
- Gerenciamento efetivo e análise aperfeiçoada de dados em tempo real;

- Endereços IP (*Internet Protocol*) de identificação individual para todos os componentes e sistemas da planta;
- Automação de todas as etapas relevantes do processo em um fluxo;
- Medição contínua e otimização de todas as etapas e parâmetros do processo.

2.3.2 Ambiente integrado da indústria 4.0

Segundo Deloitte (2015) as máquinas inteligentes compartilham continuamente informações a respeito dos níveis de estoque atuais, problemas ou falhas, mudanças nos pedidos ou nos níveis de demanda. O processo e os prazos são controlados com o objetivo de aumentar a eficiência e dinamizar os tempos de transferência, a utilização da capacidade, qualidade e desenvolvimento, produção, comercialização e compras. A Figura 10 apresenta o ambiente no qual a indústria 4.0 está inserida.

Figura 10 - Ambiente da Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de Deloitte (2015).

Os *Cyber-Physical Production Systems* (CPPS) ou sistemas de produção ciber-físicos, não conectam apenas as máquinas de rede com cada ordem, mas também criam uma rede inteligente de máquinas, propriedades, sistemas de TIC, produtos únicos e inteligentes em

toda a cadeia de valor, e, o ciclo de vida completo do produto. O ambiente ainda inclui sensores e elementos de controle, máquinas a serem ligadas, plantas, frotas, redes e os colaboradores que desempenharão suas atividades na nova indústria (DELOITTE, 2015).

Segundo Koch et al. (2014) os principais processos administrativos são digitalizados e otimizados globalmente segundo os critérios de custo e controle. Os considerados “campeões digitais” muitas vezes estabeleceram uma vontade de conter aspectos digitais na qual todos os processos administrativos são otimizados e frequentemente automatizados. As partes relevantes da cadeia de valor também são posicionadas de forma eficiente a partir da definição uma perspectiva. O portfólio de produtos e serviços digitalizados pode ser expandido por modelos de novos negócios, sendo estes parcialmente disruptivos. Juntamente com sistemas inovadores e serviços de valor agregado, esses novos modelos abrangem novos métodos de desempenho, muitas vezes com parceiros, ao longo da cadeia de valor.

A Figura 11 apresenta as capacidades da indústria 4.0 imersa em seu respectivo ambiente, e posterior a ela são descritas as quatro categorias que as compõem, segundo Koch et al. (2014).

Figura 11 - Capacidades da Indústria 4.0 em seu ambiente.

	1 Novato digital	2 Integrador Vertical	3 Colaborador Horizontal	4 Campeão Digital
Modelos de negócios, portfólio de produtos e serviços	Primeiras soluções digitais e aplicações isoladas	Portfólio de produtos e serviços digitais com software, rede (máquina-máquina) e dados como diferencial chave	Soluções integradas de clientes em todos os limites da cadeia de suprimentos, colaboração com parceiros externos	Desenvolvimento de novos modelos disruptivos de negócio com portfólio inovador de produtos e serviços, identificação de produto e componente.
Mercado e acesso ao cliente	A presença on-line é separada dos canais off-line, o foco do produto em vez do foco do cliente	Distribuição de canais múltiplos com uso integrado de canais on-line e off-line; Análise de dados implantada, por exemplo, para personalização	Abordagem e interação de clientes individuais com parceiros de cadeia de valor	Gerenciamento Integrado da Jornada do Cliente em todos os mercados de marketing digital e canais de vendas com empatia do cliente e gerenciamento de relacionamento com o cliente
Cadeias de valor, processos e sistemas	Subprocessos digitalizados e automatizados	Digitalização vertical e integração de processos e fluxos de dados dentro da empresa	Integração horizontal de processos e fluxos de dados com clientes e parceiros externos, uso intensivo de dados	Ecossistema de parceiros totalmente digitalizados e integrados com processos virtualizados auto-otimizados, foco na competência central, tomada de decisão descentralizada e autonomia
Conformidade, legal, risco, segurança e impostos	Estruturas tradicionais, digitalização não focada	Desafios digitais reconhecidos, mas não abordados de forma abrangente	Risco legal consistentemente abordado com parceiros de colaboração	Otimizando a rede da cadeia de valor em termos legais, de conformidade, de segurança e de impostos
Organização e cultura	Foco funcional em "silos"	<i>Cross functional</i> , mas não estruturado e consistentemente realizado	Colaboração entre fronteiras da empresa, cultura e incentivo ao compartilhamento	Colaboração como um <i>driver</i> de valor-chave

Fonte: Adaptado de Koch et al. (2014).

- *Novato digital:*

As indústrias geralmente começam como novatos digitais no caminho da quarta revolução industrial. Sugere-se que neste nível de maturidade, os primeiros resultados de digitalização positiva já foram alcançados em todos os departamentos, bem como nas carteiras individuais de produtos e serviços. Porém, as atividades não são coordenadas nem orientadas para um treinamento futuro. Os riscos digitais não são registrados de forma sistemática e a conformidade não é garantida em todas as áreas.

- *Integrador vertical:*

As fábricas do segundo nível de maturidade já deram suas funções digitais de portfólio de produtos e serviços como integradores verticais. Por exemplo, as empresas podem utilizar *software* integrado ("sistemas embutidos") e uma conexão *online* que garante uma comunicação baseada na internet do produto com os devidos materiais de produção.

- *Colaborador horizontal:*

Os colaboradores horizontais no terceiro nível de maturidade já conseguem integrar as suas cadeias de valor com clientes e parceiros. A integração digital de clientes, fornecedores e subcontratados no decorrer do processo de produção, assim uma melhor coordenação e conexão com provedores de serviços de logística, uma maior e melhor eficiência e qualidade podem ser adquiridas, melhorando o tempo de processamento ou reduzindo os custos operacionais.

- *Campeão digital:*

O campeão digital é aquele que conectou seus processos operacionais e administrativos em escala global e também terá virtualizado esses processos em muitas áreas. A empresa tem como foco o seu desempenho operacional em áreas-chave e trabalha com uma rede global de parceiros.

2.4 Tecnologias da Indústria 4.0

A quarta revolução industrial ou indústria 4.0 é constituída por vários componentes, denominados por alguns autores como “pilares”, “conceitos”, “pré-requisitos”, “tecnologias”,

entre outros. Verifica-se a real necessidade de padronização dos seus termos a fim de que se possa empregá-los com entendimento. Tal necessidade será atendida quando o termo se popularizar um pouco mais, as publicações científicas aparecerem de forma massificada e a realidade empresarial transparecer o seu contexto inovador. Dentre os componentes ou tecnologias da indústria 4.0, podem-se mencionar:

2.4.1 Cyber-Physical Systems

Segundo Zhou, Liu e Liang (2016), a construção de uma rede de *Cyber-Physical Systems* (CPS) é a tarefa básica indústria 4.0. Os CPS podem interligar os dispositivos físicos conectados à internet industrial, de maneira que tais dispositivos possuem funções de computação, comunicação, controle preciso, coordenação remota e autonomia, conseguindo assim uma estreita integração do mundo virtual e do mundo físico real. A rede dos CPS integra informações, recursos, equipamentos e pessoas intimamente ligados entre si, o que é semelhante ao efeito da internet industrial transformando a fábrica digital em uma fábrica inteligente (Figura 12).

Figura 12 - Estrutura dos Cyber-Physical Systems (CPS).

Fonte: Adaptado de Lee, Bagheri e Kao (2015).

2.4.2 Cloud Computing

A *Cloud Computing* (CC) é um modelo que concede acesso sob demanda ou pagamento por uso, para a utilização de recursos computacionais compartilhados. Esta tecnologia proporciona diversas vantagens aos usuários e também as organizações, sendo uma delas a economia em despesas de operação (SUBRAMANIAN; JEYARAJ, 2018). Segundo Branco, De Sá-Soares, Rivero (2017), a CC é considerada uma opção tecnológica para organizações que tem pretensão de investir em recursos de terceirização na TI.

A CC fornece vários recursos como alto desempenho, *pay-as-you-go*, conexão, interação, confiança, eficiência, escalabilidade, fácil programação, gestão de grande quantidade de dados e flexibilidade para modificar a TI de um produto para um respectivo serviço (BOKHARI et al., 2016).

A tecnologia permite quatro tipos de acesso, sendo eles: público, privado, híbrido e por comunidade. O “público” envolve em geral, um centro de dados, que é gerenciado por fornecedores e disponível para todos os públicos. O “privado” se encontra no local da organização, proporcionando vantagens especiais. O “híbrido” se enquadra na associação dos acessos público e privado (ALQARYOUTI; SIYAM, 2018). Quanto ao acesso por “comunidade” é definido pelo compartilhamento por parte de diversas organizações, fundamentada por uma partilha específica de interesses da própria comunidade (XU, 2012).

2.4.3 Cloud Manufacturing

O *Cloud Manufacturing* (CMfg) é um campo de pesquisa que integra *Cloud Computing* (CC) e design e fabricação de produtos tradicionais. O CMfg é descrito como um modelo de desenvolvimento de produtos orientados a serviços no qual os consumidores são capazes de projetar e fazer produtos por meio da utilização de recursos de TI e de fabricação *online* (WU; SCHAEFER; ROSEN, 2014). Segundo Wang, Givehchi e Wang (2017), na indústria o conceito CMfg foi sugerido para utilizar a tecnologia CC, com o intuito de aprimorar os atuais sistemas de manufatura. Um modelo CMfg é apresentado na Figura 13, constituído por três partes interessadas: fornecedores, operadores e consumidores (LIU et al., 2018).

Figura 13 - Modelo CMfg.

Fonte: Adaptado de Liu et al. (2018).

Os fornecedores são aqueles que possuem e disponibilizam as competências e os recursos de fabricação. Com relação aos operadores, são os responsáveis para atuar na plataforma CMfg e prestar serviços aos fornecedores, consumidores e terceiros. Já os consumidores, são os que assinam os serviços de computação e fabricação na plataforma CMfg (HUANG et al., 2013).

2.4.4 Big Data Analytics

A *Big Data Analytics* tem recebido bastante atenção pelos profissionais e pelo setor acadêmico, evidenciando o valor que as organizações podem obter com a sua utilização para atingir os objetivos organizacionais (MIKALEF et al., 2019). A análise de uma grande quantidade de dados é uma chave fundamental para a manufatura digital, atuando como um moderador de tecnologias (MOURTZIS; VLACHOU; MILAS, 2016). A Tabela 4 apresenta as descrições das dimensões que caracterizam a *Big Data Analytics*, definidas por Gandomi e Haider (2015).

Tabela 4 - Descrições das dimensões que caracterizam a *Big Data Analytics*.

Dimensões	Descrições
Volume	Grande volume de dados que utiliza grande capacidade de armazenamento. Os tamanhos de <i>Big Data</i> são referidos em vários <i>terabytes</i> e <i>petabytes</i> .
Variedade	Diversos tipos de dados, elaborados por meio de uma enorme diversidade de fontes e formatos. Relaciona-se à variedade estrutural em um conjunto de dados.
Velocidade	Produção rápida. Relacionada à taxa de geração de dados bem como a velocidade de análise e ação.
Veracidade	Determinados dados demandam da análise de <i>Big Data</i> para conseguir uma previsão confiável.
Visão	Somente um processo proposital necessita enviar a elaboração de dados. A probabilidade de processo de elaboração de dados é inclusa nesta dimensão.
Volatilidade	Permite assegurar o reabastecimento dos dados antigos com novos dados.
Verificação	Concordância dos dados elaborados por um grupo de especificações.
Validação	Conformidade da visão dos dados elaborados.
Variabilidade	Relacionada nas taxas de fluxo de dados medidas por sua variação.
Valor	Por meio da extração e transformação, permite estabelecer até que ponto o <i>Big Data</i> elabora <i>insights</i> e benefícios de valor econômico.

Fonte: Adaptado de Gandomi e Haider (2015).

Esse tipo de tecnologia é constituído pelos dados que excedem a capacidade de processamento de uma base de dados convencional (DUMBIL, 2013). É compreendida como uma recente geração de tecnologias, planejada para extração de valor econômico de enormes volumes de diversos tipos de dados, possibilitando capturar, descobrir, bem como analisar em alta velocidade (IBM, 2016; MIKALEF et al., 2017).

A principal diferença competitiva no uso da *Big Data Analytics* trata-se em dar aporte nas tomadas de decisões de uma maneira mais bem informada (ABBASI et al., 2016; BABICEANU, SEKER, 2016; MIKALEF et al, 2019). Atualmente, os gerentes fundamentam suas decisões em informações elaboradas em tempo real por meio de *Big Data*, e cada vez mais está crescendo o número de ações nesse sentido (CONSTANTIOU; KALLINIKOS, 2015).

2.4.5 Augmented Reality

A *Augmented Reality* (AR) é definida como uma técnica de computação gráfica que transforma o ambiente real em um ambiente digital colocando objetos virtuais no mundo real (CERUTI, et al., 2019). A Figura 14 apresenta as funções importantes relacionadas a indústrias e campos de manufatura, na qual a RA agrega valor (MOURTZIS; ZOGOPOULOS; VLACHOU, 2017; FRAGA-LAMAS, et al., 2018).

Figura 14 - Funções relevantes onde a RA agrega valor.

Fonte: Adaptado de Mourtzis; Zogopoulos; Vlachou (2017) e Fraga-Lamas et al., (2018).

O uso da RA como uma tecnologia em constante processo evolutivo está abrangendo vários campos da produção (MOURTZIS; ZOGOPOULOS; VLACHOU, 2017), por exemplo, nos processos de fabricação relacionados à simulação, auxílio, e orientação, enquadra em uma técnica eficiente para dar aporte na resolução de problemas (RENTZOS, et al., 2013). A utilização desta tecnologia permite auxiliar desde a etapa de desenvolvimento de produtos a operação de fabricação, pois apresenta a capacidade de reproduzir e reutilizar conhecimentos e informações digitais simultaneamente oferecendo suporte a operação de montagem (RENTZOS, et al., 2013).

As indústrias podem usar a RA para fornecer aos funcionários informações em tempo real a fim de melhorar a tomada de decisões e os procedimentos de trabalho através de dispositivos (ANG et al., 2017).

2.4.6 Smart Sensors

Os *Smart Sensors* (SS) consistem em um dos elementos principais da futura rede inteligente, possibilita realizar o monitoramento remoto em cada ponto específico de uma rede, com a finalidade de avaliar em tempo real o desempenho de um sistema e constatar prováveis erros (MORALES-VELAZQUEZ et al., 2017, TANG; HO, 2019). As suas funções resumem em detectar, alterar informações, disseminar informações coletadas, bem como coordenar, implantar e programar a atuação de dispositivos industriais em uma rede (CHEN; LIN; GUO, 2017).

2.4.7 Location Detection

Os sistemas de detecção de localização têm como função proporcionar maior facilidade em encontrar a respectiva localização de um usuário ou objeto em um espaço físico. No entanto, os sistemas se apresentam em diferentes variedades, alguns necessitam que os usuários disponham de *tags* com identificação visualizada por meio de sensores fixos instalados e calibrados. Existem sistemas que fornecem rastreamento de objetos de forma anônima, enquanto que alguns adotam infraestrutura fixa (*WiFi* ou *Bluetooth*). Os sistemas de detecção de localização se diferenciam em exatidão, abrangência, cobertura de área e custo (COYLE et al., 2006).

2.4.8 Industrial Internet of Things

Atualmente, é comum a ocorrência de somente alguns sensores e máquinas de indústrias estarem em rede e empregar a incorporação da computação. Assim, são basicamente organizados em uma hierarquia de automação vertical, por meio da qual os sensores e dispositivos apresentam uma inteligência limitada. Com a *Industrial Internet of Things* (IIoT), mais dispositivos são incorporados na indústria abordando computação embarcada e conectados utilizando tecnologias padrão, com isso, os dispositivos comunicam e interagem entre si (RÜßMANN et al., 2015).

A IIoT trata-se de um sistema que envolve elementos inteligentes em rede, sistemas ciber-físicos, plataforma de computação em nuvem, que possibilita acessar, coletar, avaliar comunicações, além de permitir no setor industrial a troca de dados, como por exemplo,

processos, produtos e serviços, em tempo real, gerando assim a otimização do valor da produção (BOYES, et al., 2018).

2.4.9 Internet of Things

A *Internet of Things* (IoT) pode ser definida como uma infraestrutura global para a informação e a sociedade, permitindo serviços avançados por meio da interconexão de coisas físicas e virtuais baseadas nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), (ITU, 2015).

A Figura 15 apresenta treze setores da indústria que provavelmente adotarão de maneira significativa os serviços da IoT. Esta coleta informações de forma rápida de objetos físicos por meio do uso de redes de computadores ou conexões sem fio. As informações capturadas das máquinas, produtos, ou linhas de produção compreendem uma enorme quantidade de dados estatísticos a serem compartilhados e analisados (WANG; WANG, 2016).

Figura 15 - Setores da indústria que adotarão os serviços da IoT.

Fonte: Modificado de GSMA (2014).

Ao passo que a IoT evolui, o crescimento de dispositivos inteligentes conectados de forma contínua e integrada proporcionará oportunidades para prover serviços de melhoria de

vida para os consumidores, neste contexto, aumentará também a produção nas empresas (GSMA, 2014).

2.4.10 *Internet of Services*

A *Internet of Services* (IoS) é definida como um sistema que faz utilização sistemática da internet para novas formas de criação de valor no setor de serviços (TERZIDIS; OBERLE; KADNER, 2012), além de ser considerada como a tecnologia utilizada para monitorar o ciclo de vida do produto (ANDULKAR; LE; BERGER, 2018). Esta tecnologia baseia-se no conceito de que os serviços estão acessíveis por meio da internet, de forma que os usuários e/ou as empresas consigam criar, relacionar e proporcionar novos tipos de serviços com valor agregado (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Por meio da internet, esta tecnologia pode admitir a oferta de serviços por parte dos próprios fornecedores. Dessa maneira, a indústria voltada para produtos está alterando de forma rápida para voltada a serviços para permitir a aquisição de receita em todo o ciclo de vida do produto. A IoS possibilita a coleta de informações do produto, no decorrer da sua operação, para atualizar e desenvolver novos serviços, garantindo o aumento da qualidade do produto (ANDULKAR; LE; BERGER, 2018).

Revisando a literatura em torno da IoT e IoS, é possível verificar uma ligação direta da necessidade da integração de ambas modalidades de internet, uma vez que a IoS como suporte, descreve como haverá uma vasta gama de serviços disponíveis para os consumidores em todas as indústrias; esses serviços serão realizados online como resultado direto da IoT (HUXTABLE; SCHAEFER, 2016).

2.4.11 *Additive Manufacturing*

A tecnologia que permite fabricar produtos sofisticados por meio de novos materiais e de diferentes formas trata-se da *Additive Manufacturing* (AM). Atualmente, a AM está sendo usada em diversas indústrias (aeroespacial, biomédica, manufatura, entre outras) (THOMPSON et al., 2016). Muitos pesquisadores nesta área de atuação têm enorme interesse em novos materiais apropriados para aplicação em impressão 3D. Embora um vasto número de tipos de plásticos/polímeros permaneça acessível para a AM, alguns materiais específicos, como por exemplo, metais, materiais inteligentes, hidráulicos, eletrônicos e especiais,

chamam mais atenção da indústria, como apresentado pelos autores Singh; Ramakrishna; Singh, (2017) na Figura 16.

Figura 16 - Exemplos de materiais a serem utilizados na AM.

Fonte: Modificado de Singh; Ramakrishna; Singh, (2017).

Os processos de AM apresentam um fluxo de dados digital que criam as instruções para determinada máquina, acompanhado por um fluxo de trabalho físico que modifica as matérias-primas em produtos finais. O processo inicia com uma ideia de produto, como, por exemplo, uma imagem 2D ou um elemento físico 3D. Esses são modificados em modelos digitais (modelos de faceta ou de volume). Logo, os dados passam por uma verificação de possíveis erros, tais erros são corrigidos e se preciso for são adicionadas as estruturas de suporte. Por fim, o modelo é fatiado e permite designar instruções para a máquina (Figura 17). Este processo é realizado utilizando um software específico da máquina (THOMPSON et al., 2016).

Figura 17 - Fluxo de trabalho físico e digital que envolve desde a ideia do produto ao componente real.

Fonte: Adaptado de Thompson et al., (2016).

2.5 Princípios de *Design* da Indústria 4.0

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015), a indústria 4.0 abrange seis princípios em sua estrutura, os quais são Descentralização, Virtualização, Interoperabilidade, Modularidade, Capacidade em Tempo Real, e, Orientação a Serviços, a serem apresentados nos tópicos subsequentes.

2.5.1 Descentralização

Este princípio é compreendido na indústria 4.0 como a maior capacidade de empresas locais, operações específicas, bem como máquinas, tomarem decisões próprias. Em vez de utilizar computadores centrais ou repassar uma decisão hierarquicamente, capacitando e permitindo que as operadoras locais respondam às mudanças e readaptem-se, disponibiliza

mais flexibilidade e facilita a utilização de conhecimento especializado. Isto pode ser percebido como uma decomposição da hierarquia clássica de produção para a mudança das empresas como auto-organizações descentralizadas (ROBLEK; MEŠKO; KRAPEŽ, 2016).

Segundo Hompel e Otto (2014), a crescente demanda por produtos individuais torna cada vez mais complicado controlar centralmente os sistemas. Os computadores incorporados nos sistemas de produção permitem que os CPS tomem as decisões necessárias de maneira autônoma. Somente em casos extremos de falha estas são direcionadas a um nível mais alto.

Os processos da cadeia de valor estarão tomando as decisões para a realização das atividades, ou efetuando correções imediatas em caso de alteração das necessidades do cliente, não se limitando apenas aos processos de manufatura. Os produtos inteligentes são personalizados, podem ser localizados a qualquer momento e, por meio da análise da situação atual, podem decidir por rotas alternativas para alcançar seus objetivos. Na indústria 4.0 os negócios dinâmicos e os processos de engenharia permitem transformações no último instante na produção e têm a capacidade de responder de forma flexível às interrupções e falhas dos fornecedores, permitindo, por exemplo, a auto adequação e tomadas de decisões próprias (PALMA et al., 2017).

2.5.2 Virtualização

Para Gorecky, Schmitt e Loskyll (2014), o princípio da virtualização significa que, por meio da utilização de monitoramento e comunicação máquina a máquina, um gêmeo virtual pode ser abstraído. Os dados do sensor estão ligados a modelos de plantas virtuais e modelos de simulação. Assim, uma cópia virtual do mundo físico pode ser criada. Em caso de falha, um colaborador pode ser notificado. Além disso, todas as informações precisas, como as próximas etapas de trabalho ou provisões de segurança, são disponibilizadas.

Os CPS oferecem a diminuição da lacuna entre o compartilhamento de informações e a produção de sentido, promovendo a comunicação descentralizada. Inicialmente, a atividade dos sensores possibilitará a obtenção de informações referente a um novo nível de granularidade que tenha o menor atraso possível. Em segundo lugar, a simulação baseada em dados disponibilizados em tempo real permitirá antecipar o efeito da otimização local no contexto amplo, permitindo uma melhor tomada de decisões utilizando circuitos de controle descentralizados (SCHUH et al., 2011).

De acordo com Palma et al. (2017) este princípio auxilia o cliente a escolher o seu produto de forma mais inteligente e funcional, e a identificar melhor as suas necessidades e redefinições, por meio do uso de *softwares* de simulação, como por exemplo, em programas de projetos com impressora 3D. Incluindo o indicador da eficiência social, o desempenho pode ser sustentado através de observações de casos pertinentes à geração e exploração de serviços. Isto é particularmente fundamental no contexto da digitalização e da inovação aberta proposta pela indústria 4.0. A produção e a movimentação autônomas permitirão que os colaboradores possam atuar cada vez mais sem a necessidade de deslocamentos, muitas vezes trabalhando em muitas operações, a partir de uma única planta específica da corporação, ou até mesmo da própria residência. O colaborador poderá participar de reuniões com outros envolvidos, presentes no mundo todo, utilizando óculos de realidade virtual que apresentam a salas virtuais de reunião.

2.5.3 Interoperabilidade

O princípio da interoperabilidade consiste na ação de trocar máquinas e equipamentos que efetuem a mesma função, mesmo sendo de diferentes fabricantes. Isto gera múltiplas redes em um ambiente confiável, a fim de que o equipamento se comunique, permitindo uma conscientização necessária para o desenvolvimento das funções inteligentes da indústria 4.0 (QIN; LIU; GROSVENOR, 2016).

No ambiente de manufatura, os CPS compreende as máquinas inteligentes, os sistemas inteligentes de armazenagem e as instalações capazes de efetuar a troca de informações autonomamente, iniciando ações e controlando uma a outra de forma independente. Os sistemas de manufatura embarcados são conectados no sentido vertical com processos de negócios dentro das indústrias, e no sentido horizontal, com a cadeia de valor, através da conexão entre *softwares* e programas (PALMA et al., 2017).

2.5.4 Modularidade

Este princípio envolve sistemas modulares que podem adaptar-se de maneira flexível a requisitos em mudança, substituindo ou expandindo módulos individuais de produção, o que torna a adição ou remoção dos módulos de uma forma muito mais facilitada. Estes sistemas modulares podem, assim, ser simplesmente ajustados em caso de flutuações sazonais ou

mudanças nas necessidades de produção do produto, como no caso de incluir novas tecnologias (SCHLICK et al., 2014).

Para Qin, Liu e Grosvenor (2016) e também Lucke, Constantinescu e Westkämper (2008), muitos processos de fabricação como planejamento de produção, *design* de produto, e, engenharia de produção e serviços, serão simulados como modulares e, posteriormente serão estreitamente conectados de ponta-a-ponta e de maneira intercambiável.

Segundo Palma et al. (2017), através do princípio de modularidade, as máquinas se auto adequarão para as variáveis e alterações que vierem a ser necessárias, facilitando as melhorias fundamentais para os processos industriais inseridos na engenharia, na manufatura, na utilização de material, na cadeia de suprimentos, e no gerenciamento do ciclo de vida, trazendo mais inteligência sistêmica. Portanto, isso também apresenta economia no uso de recursos e na melhoria da eficiência energética, permitindo, por exemplo, a adoção de rotas alternativas e a capacidade de responder de forma flexível em casos de interrupções e falhas dos fornecedores.

2.5.5 Capacidade em Tempo Real

Para realizar as tarefas organizacionais necessárias, é preciso que os dados sejam coletados e analisados em tempo real na indústria 4.0. Este princípio vai um passo adiante. Inclui plantas que podem reagir à falha de determinada máquina e encaminhar os produtos para outra (SCHLICK et al., 2014). Pode, ainda, realizar uma ligação entre o consumidor final, via rede social ou pontos de venda direta, que permitem ter uma resposta mais rápida às mudanças nas demandas. Esta utilização das informações e de sistemas robotizados em tempo real está configurada para interromper os modos de produção e a forma como a manufatura está organizada no presente momento, sempre que necessário. Isso é algo que afetará todos os tipos de funções laborais, desde os engenheiros até aos operadores de manutenção, e também poderá modificar as localizações físicas das plantas (VERRIÈRE; QUENEDEY, 2016).

Palma et al. (2017), afirma que no processo de manufatura, as máquinas inteligentes com *softwares* específicos se adequarão automaticamente ao processo e às tomadas de decisões pelos CPS às necessidades produtivas, monitorando assim, a qualidade do produto, de modo a tomar decisões em cada momento de necessidade. Essa interconexão minimizará a

utilização incorreta de materiais, o desperdício, os rejeitos de materiais, aumentando o uso eficiente de energia.

2.5.6 Orientação a Serviços

De acordo com Schlick et al. (2014), este princípio é caracterizado pela disponibilização, através da IoS, dos serviços humanos, empresariais e com a permanência dos CPS disponíveis, podendo ser utilizados por outros participantes, facilitando a criação de *Product-Service Systems* (PSS), também conhecidos como sistemas produto-serviço. Eles podem ser oferecidos internamente à organização e também fora dos limites dela.

A orientação e a transformação do serviço contribuem para que as organizações sejam ágeis e flexíveis e respondam às mudanças mercadológicas muito mais rapidamente do que costumavam fazer. O gerenciamento de TI está se tornando mais flexível para se associar às redes de TI dos seus parceiros de cadeia de valor com o objetivo de co-criar valor para os consumidores, como por exemplo, a estrutura de tecnologia orientada para serviços federados. As organizações podem coletar e processar quantidades de dados sem a existência de precedentes com grandes soluções de dados não estruturados (DEMIRKAN; SPOHRER, 2016).

Os membros que fazem parte da cadeia de valor podem atuar e monitorar os clientes e usuários finais nas deliberações dos projetos, na manufatura e no estágio final, acompanhando o desempenho dos produtos para se adaptar às necessidades individuais de cada cliente. As fábricas inteligentes permitem que os requisitos de demanda do cliente final sejam atendidos, indicando que mesmo itens pontuais podem ser manufaturados de forma rentável. Com a dinâmica da indústria 4.0, os processos de fabricação podem ser alterados a qualquer momento, permitindo que o cliente faça a alteração na hora certa, antes da produção final (PALMA et al., 2017).

2.6 Trabalho Humano na Indústria 4.0

Neste tópico são apresentados os principais aspectos ligados ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, os quais são a referirem-se as expectativas para o trabalho humano, as possíveis mudanças no trabalho humano, a criação de competências e habilidades, os talentos humanos, e por fim, a interação entre humanos e máquinas.

2.6.1 Expectativas para o trabalho humano na Indústria 4.0

Anteriormente às três revoluções industriais, os humanos presenciaram as fases da mecanização, eletrificação e informação, e atualmente observa-se a possível e iminente chegada da quarta revolução industrial, fazendo uso integral da internet, IoT, rede de comunicação móvel e outras redes com a finalidade de permitir que os processos industriais tradicionais se tornem mais inteligentes e eficientes, e, ao mesmo tempo, implementa três funções que consistem basicamente em reduzir a dependência da mão de obra, de modo que as necessidades individuais do cliente sejam satisfeitas e os custos de circulação sejam minimizados (ZHOU; LIU; LIANG, 2016).

Há dezessete anos, Sheridan (2002) afirmou que com a colaboração de tecnologias futuras e de acordo com a abordagem *Computer Integrated Manufacturing* (CIM), chamada produção integrada por computador, será possível ter um ambiente de fábrica totalmente automatizado e deserto. No entanto, a quarta revolução industrial não visa a substituição das pessoas no sistema de fábrica, mas pretende criar uma colaboração sinérgica entre os humanos e as máquinas (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014).

Esta rede de seres humanos e máquinas é caracterizada pela presença de um autocontrole inteligente baseado em Tecnologia da Informação (TI) e no auto monitoramento de processos físicos. O facilitador principal é a tecnologia dos CPS. Esta rede de seres humanos e CPS resulta em uma relação operativa que é funcionalmente integrada entre a realidade e a infraestrutura de TI digital e global. Assim, os sistemas se tornam conectados com o seu ambiente e os usuários podem interagir com os seus pares. Primeiro, deve-se efetuar a padronização entre as interfaces do CPS a fim de permitir a comunicação autônoma entre elas. Com base nisso, as interfaces entre os elementos humanos e CPS são um dos próximos desafios significativos da quarta revolução industrial (BROY, 2010).

A integração dos conceitos da indústria 4.0 em sistemas de produção ocasiona mudanças no *design* do trabalho dos colaboradores. As tarefas de trabalho orientadas para a tecnologia anteriormente utilizada são convertidas em tarefas direcionadas a processos com a frequência de conteúdo em mudança. Em contraste com o conceito *Computer Integrated Manufacturing* da década de 1980, o objetivo da indústria 4.0 é focalizar o humano no sistema operacional. Por isto, leva à combinação de processos automatizados e tarefas manuais em sistemas híbridos. A automação pode converter-se em efeitos de escala positivos, com sequências padronizadas para processos com alto volume. Os colaboradores preparados, serão

necessários para desempenhar as atividades manuais complexas e para controlar e gerenciar máquinas e processos. As pessoas e as máquinas podem ser complementares em tarefas que constituem o sistema sócio-técnico e podem aproveitar seus respectivos potenciais especiais. Portanto, um número crescente de participação humana junto às interfaces das máquinas poderá ser constatado em futuros sistemas de produção industrial (DOMBROWSKI; WAGNER; RIECHEL, 2013).

2.6.2 Possíveis mudanças no trabalho humano

Os autores Evangelista et al. (2014) procuram apresentar com base em uma revisão detalhada da literatura em antecipação à adoção das tecnologias digitais, a perspectiva de pouco impacto claro no emprego do trabalho humano. Em especial, enfatizam que é particularmente difícil atribuir efeitos causais a respeito do trabalho humano e a tecnologia. A razão para isso está na utilização da tecnologia potencialmente difundida em muitas áreas funcionais. Embora faltem estudos empíricos substanciais, na literatura predomina-se uma visão otimista dos efeitos no trabalho humano frente às tecnologias digitais, a longo prazo. Isto se deve porque verificam-se os efeitos diretamente negativos e indiretamente positivos a respeito do trabalho humano como resultado de melhorias de eficiência, reduções de preços e abertura de novos mercados (EVANGELISTA; GUERRIERI; MELICIANI, 2014).

Uma visão similarmente positiva do impacto no trabalho humano pode ser encontrada no contexto do debate 4.0, da Alemanha. Nele são descritos não apenas ganhos de produtividade alcançados junto às taxas de crescimento econômico, conforme afirmam Bauer, Schlund e Ganschar (2015), mas também os efeitos consistentemente positivos para o emprego (HIRSCH-KREINSEN, 2016).

Os autores Spath et al. (2013), também realizaram um estudo por meio do qual pôde-se verificar que a grande maioria das indústrias participantes da pesquisa, acreditam no fato de que o trabalho humano permanecerá significativo na produção industrial nos próximos anos e não será reduzido. A mesma comprovação é verificada em um estudo do *Boston Consulting Group* onde acredita-se, pela análise que o impacto da indústria 4.0 sobre a fabricação alemã levará a um aumento de 6% nos empregos nos próximos 10 anos. E a demanda por os colaboradores do setor de engenharia mecânica podem subir ainda mais, em até 10% durante o mesmo período (BCG, 2015). Conforme afirma Hirsch-Kreinsen (2016), na sequência deste

estudo, acredita-se que o crescimento do emprego na produção alemã entre 2015 e 2025 ascenderá numericamente a cerca de 390 mil postos de trabalho.

Ao realizar uma análise consistente dos impactos econômicos e sociais resultantes da Indústria 4.0, é necessário considerar vários fatores, tais como o desaparecimento de profissões e postos de trabalho como também a criação de novos, bem como a transformação das exigências dos consumidores e o desenvolvimento de novos produtos, e ainda, o aperfeiçoamento da eficiência dos processos, a mudança nos preços, ofertas e compras. Em estudo realizado na Alemanha pelo *Instituts für Arbeits - markt- und Berufsforschung*, concluiu-se que o crescimento da produtividade e das exigências de qualificação dos trabalhadores, resultará em um aumento nos salários (WEBER, 2015).

Frey e Osborne (2013) apresentam uma análise do mercado de trabalho dos EUA, diretamente ligada a esta visão, que considera que as potenciais perdas de emprego estão vinculadas às tecnologias digitais. Referente aos avanços recentes em "aprendizagem em máquina" e "robótica móvel", os autores desenvolveram uma metodologia com o objetivo de classificar as profissões de acordo com sua susceptibilidade à informatização. Esta metodologia é utilizada para aferir a probabilidade de informatização para 702 profissões e os impactos da informatização nos resultados do mercado de trabalho dos EUA. Os autores diferenciam na metodologia as ocupações de alto, médio e baixo risco, dependendo da sua probabilidade de informatização. O seu argumento é que não só as tarefas simples, mas também as consideradas rotineiras, incluindo atividades mais complexas, podem ser automatizadas pelas novas tecnologias. Portanto, eles concluem que quase metade de todos os empregos atuais dos mais variados setores econômicos poderiam ser substituídos dessa maneira. Sua conclusão central é que aproximadamente 47% de todas as atividades no mercado de trabalho americano, durante os próximos 20 anos estão potencialmente ameaçadas pela automação.

Ainda segundo os autores referidos anteriormente, existem duas tendências diferentes de efeitos de grande alcance das aplicações informáticas sobre o emprego nas próximas décadas: a primeira tendência compreende um padrão de automação progressiva, a saber, a substituição de tarefas principalmente rotineiras e parcialmente não rotineiras por digitalização e inclusão de tecnologias em diversos setores. Eles esperam que apareça uma segunda tendência, a automação que poderá ampliar-se para atividades que incluam tarefas criativas e socialmente interativas. A sua expectativa é que, em contraste, a maioria das ocupações de gestão, negócios e finanças, que são intensivas em tarefas generalistas que

requerem inteligência social, será em grande parte limitada à categoria de baixo risco de substituição. O mesmo é válido para a maioria dos trabalhos nas áreas de educação, saúde, artística e de mídia.

Com base na mesma análise conceitual, Bowles (2014) calcula os riscos de substituição de trabalho igualmente elevados para o mercado de trabalho europeu. O autor diferencia tais riscos entre diferentes grupos de países na Europa. No que refere-se ao mercado de trabalho alemão, ele conclui que mais de 51% de todas as atividades correm o risco de serem substituídas a longo prazo por processos automatizados por meio da digitalização. O autor considera que o trabalho humano realizado na produção industrial pode ser ameaçado futuramente por acelerados impulsos de digitalização.

Um estudo do INGDI *Bank* sobre as perspectivas para o mercado de trabalho alemão chega ainda a premissas mais amplas (ING DIBA, 2015). Este estudo, que foi orientado para o conceito de análise de Frey e Osborne (2013) investigou aproximadamente 81% de pessoas consideradas simples e empregadas marginalmente na Alemanha. Nesta base, o estudo chega à afirmação de que aproximadamente 18,3 milhões, ou 59% desses empregos estão em risco na sua forma atual, considerando a tecnologia progressiva da economia alemã. O estudo indica que estes empregos são, na maioria das vezes, atividades de transporte e armazenamento, o pessoal de auxílio geral, escritório e setor de serviços.

Os autores deste estudo enfatizam, no entanto, que ao mesmo tempo não se espera que isso leve a perdas de emprego acentuadas, ao invés, eles esperam um processo de substituição ou troca mais lenta, já que as novas tecnologias, particularmente os robôs facilmente implantáveis, são estabelecidos gradualmente. O princípio, no entanto, é assumir uma transformação fundamental do mercado de trabalho como resultado da digitalização e do pleno estabelecimento da indústria 4.0 (HIRSCH-KREINSEN, 2016).

2.6.3 Criação de competências e habilidades

É esperado que os principais impactos sociais da indústria 4.0 ocorreram na força de trabalho, nos empregos e na necessidade das pessoas aperfeiçoarem as suas competências para melhor lidar com todas as novas tecnologias e garantir sua empregabilidade na indústria, o que faz dessa maior procura por colaboradores qualificados, juntamente com as mudanças demográficas já em curso, os maiores desafios sociais a serem vencidos (SCHWAB, 2016; HECKLAU, 2016).

Segundo Junior e Saltorato (2018), o ponto central em relação à criação de competências passa a ser como desenvolver estas de forma a se aplicar todo o potencial humano nas organizações e suprir aos anseios deste novo modelo industrial 4.0. Para isto, duas principais estratégias emergem como urgentemente necessárias: a primeira é relacionada à aprendizagem e à inovação no próprio ambiente de trabalho industrial, enquanto a segunda refere-se à necessidade de reformulação nos sistemas educacionais, de forma que os interesses públicos, privados e científicos venham a ser unificados.

De acordo com Bessen (2014), além das habilidades e qualificações formais, os empregadores do trabalho humano estão igualmente preocupados com as habilidades práticas ou competências referentes ao trabalho que os colaboradores, atuais ou novos contratados nesta perspectiva, podem usar para realizar várias atividades com sucesso.

O World Economic Forum (2016) elencou um conjunto principal de 35 competências e habilidades relevantes ao trabalho humano que são amplamente utilizadas em todos os setores industriais e famílias de empregos. A Figura 18 apresenta o conjunto de competências e habilidades atribuídas ao trabalho realizado por pessoas para o novo contexto industrial.

Figura 18 - Competências e Habilidades atribuídas ao Trabalho Humano no contexto da Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2016).

Ainda de acordo com o World Economic Forum (2016), existem diversas razões para o surgimento de mudanças tão drásticas nos requisitos de competências esperados. Diante do rápido aumento do potencial da computação, a capacidade de trabalhar com dados e tomar decisões embasadas em dados se tornará uma competência cada vez mais vital em muitas famílias de empregos, à medida que os empregadores perseveram para construir uma força de trabalho com competências sólidas em análise e apresentação de dados. No setor de consumo, grandes volumes de dados permitirão uma maior sofisticação no gerenciamento de estoque, bem como a segmentação de clientes e customização de produtos, envolvendo a utilização de tecnologia por todos os empregos, desde o assistente de varejo até cargos mais altos.

Os autores Junior e Saltorato (2018), visando sintetizar e compilar as distintas perspectivas existentes a respeito das competências atribuídas ao trabalho humano na indústria 4.0, identificaram as principais competências que são comuns às pesquisas e classificaram tais competências em três categorias, de modo que não há qualquer tipo de predominância de uma sobre a outra: Competências Funcionais - São compreendidas como aquelas fundamentais para o desempenho técnico e profissional das atividades; Competências Comportamentais - São mais intrínsecas e referentes às atitudes do indivíduo; Competências Sociais - São ligadas à capacidade de interagir e trabalhar com outras pessoas que também são colaboradoras. A Tabela 5 apresenta tais competências requeridas ao trabalho humano na indústria 4.0.

Tabela 5 - Competências requeridas ao Trabalho Humano na Indústria 4.0.

Competências Funcionais	Competências Comportamentais	Competências Sociais
Resolução de problemas complexos	Flexibilidade	Capacidade de trabalhar em equipe
Conhecimento avançados em TI, incluindo codificação e programação	Criatividade	Capacidade de comunicação
Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações	Capacidade de julgar e tomar decisões	Liderança
Operação e controle de equipamentos e sistemas	Autogerenciamento do tempo	Capacidade de transferir conhecimento
Conhecimento estatístico e matemático	Inteligência emocional	Capacidade de persuasão
Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura	Mentalidade orientada para aprendizagem	Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas

Fonte: Modificado de Junior e Saltorato (2018).

É possível afirmar, após a realização dessa análise, que as competências identificadas atribuídas ao trabalho humano na indústria 4.0, não são, necessariamente, novas competências. O que muda é a sua expansão e a maior exigência das mesmas. Também pode ser reconhecido que os trabalhadores que não as possuem poderão perder os seus empregos (EDWARDS; RAMIREZ, 2016).

Desta forma, percebe-se que os trabalhadores das indústrias do futuro serão muito mais generalistas do que especialistas, podendo ter conhecimentos interdisciplinares a respeito da organização, das tecnologias e dos processos (GEHRKE et al., 2015).

2.6.4 Talentos humanos na indústria 4.0

De acordo com Whysall, Owtram e Brittain (2019), juntamente com as tendências demográficas e econômicas globais, que vêm aumentando a mobilidade global e causando a expansão da variedade da força de trabalho, as mudanças transformacionais nos negócios e habilidades apresentadas pela indústria 4.0 criam uma certa complicação para o *Strategic Human Resource Management* (SHRM) ou Gerenciamento Estratégico de Recursos Humanos.

Segundo Baldassari e Roux (2017) a realidade da indústria 4.0 é que muitas das suas funções mais populares incluindo desenvolvedores de aplicativos, especialistas em computação em nuvem, operadores de drones, cientistas de dados, e engenheiros de carros autônomos, por exemplo, não eram verificadas há 10 anos.

Conforme afirmado pelos autores Whysall, Owtram e Brittain (2019) em seu trabalho, as competências necessárias para assumir as funções do trabalho humano na indústria 4.0 ainda não existem dentro do sistema de educação ou talento, ou pelo menos não é ainda, verificada em volume suficiente. Assim como destacado por Amankwah-Amoah et al. (2017), a capacidade de admissões externas terem um impacto considerável no desempenho de uma empresa é moderada pela existência ou ausência de fatores internos contribuintes, como redes sociais de apoio, por exemplo.

Os autores Tyszko e Sheets (2015), enfatizam que os empregadores não podem apenas esperar que as outras pessoas identifiquem uma solução para a escassez de talentos, mas devem juntamente procurar a exploração de novas abordagens visando reduzir a lacuna entre competências requeridas e competências verificadas.

Ainda no trabalho dos autores Whysall, Owtram e Brittain (2019), vários entrevistados participantes de sua pesquisa destacaram que, devido à escassez de competências no setor, as empresas devem esforçar-se consideravelmente para promover a sua marca empregadora para chamar colaboradores qualificados. No entanto, a investigação realizada na pesquisa revelou que, embora uma marca empregadora forte seja considerada valiosa para chamar novos talentos, esta é tipicamente baseada na experiência e na tradição. A natureza em constante mudança da engenharia significa que a percepção pública das “grandes marcas” se tornou obsoleta. Em contraste, a sua imagem e o modo como os engenheiros são treinados permaneceram praticamente imutáveis. Esse crescente desalinhamento verificado, refere-se não apenas a uma oferta insuficiente de talentos de engenharia, mas também à indústria que não sabe chamar, admitir e cuidar de tão preciosos talentos.

Segundo os autores Sivathanu e Pillai (2018), a área de Recursos Humanos (RH) não está livre dos impactos do fenômeno que é a indústria 4.0, a área também deve ser integrada ao movimento disruptivo do novo modelo industrial. Assim, surge a gestão de recursos humanos inteligente 4.0, que cria um ambiente vívido para a transformação digital nas funções de RH como recrutamento de colaboradores e sua respectiva integração, bem como o seu aprendizado e desenvolvimento.

O *Smart Human Resources 4.0* (SHR 4.0) é um novo conceito que está em estágio de evolução como parte desta quarta revolução industrial, e tem sido caracterizado por inovações em tecnologias digitais como IoT e *Big Data Analytics*, por exemplo, para o gerenciamento efetivo das últimas gerações de colaboradores (HECKLAU et al., 2016).

Assim como em qualquer mudança, o SHR 4.0 terá o seu próprio conjunto de desafios para a implementação, bem como um conjunto de benefícios embasados no modo como a organização o adota, os quais são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Desafios e Benefícios do *Smart Human Resources 4.0*.

<i>Smart Human Resources 4.0 - SHR 4.0</i>	
Desafios	Benefícios
Selecionar o conjunto certo de novas ferramentas tecnológicas	Conquistar, desenvolver e reter talentos da nova era
Superar a cultura organizacional existente	Operações de RH eficientes e mais rápidas
Gerenciamento de expectativas de funcionários multi-geracionais	Departamentos de RH mais enxutos

Fonte: Adaptado de Sivathanu e Pillai (2018).

Após realizarem uma extensa revisão da literatura existente, os autores Sivathanu e Pillai (2018) propõem uma estrutura conceitual do que é a gestão de recursos humanos inteligente 4.0, apresentada pela Figura 19. A *Big Data Analytics* e a Inteligência Artificial contribuem para a automatização do currículo dos candidatos, e a correspondência de descrição do seu respectivo trabalho, que selecionariam apenas os perfis para entrevistas com alta probabilidade de cumprir os requisitos esperados para o trabalho. Isso diminuiria a enorme quantidade de tempo e esforços manuais que se gasta atualmente no rastreamento de currículos. Em relação às técnicas de entrevista, estas podem incluir testes automatizados e personalizados, em vez de testes genéricos, que permitirão visualizar o melhor desempenho para o trabalho no futuro. As conexões de rede de dados mais rápidas estão permitindo discussões de entrevistas remotas baseadas em vídeo em tempo real, o que poderá reduzir consideravelmente o ciclo geral de recrutamento. Os robôs de bate-papo da inteligência artificial podem ajudar a interpretar e a validar as respostas dos candidatos a futuros colaboradores em tempo real. A realidade aumentada e a realidade virtual ajudariam os novos colaboradores a serem direcionados a diversos processos e *layouts* do escritório visando garantir que estes colaboradores se tornem produtivos desde o primeiro dia de trabalho.

Figura 19 - Estrutura conceitual do *Smart Human Resources 4.0*.

Fonte: Adaptado de Sivathanu e Pillai (2018).

Segundo estes autores, após o envolvimento dos colaboradores, o conhecimento e o aprimoramento de suas respectivas competências é um requisito fundamental para que uma organização tenha sucesso em seu segmento de mercado atual. A inteligência artificial pode auxiliar na identificação de lacunas de conhecimento para cada colaborador embasando-se nas demandas de competências do mercado. Os colaboradores da geração Y e da geração Z podem tender a procurar ter o seu próprio planejamento de carreira, podendo assim, passar pelos treinamentos que os ajudariam a alcançar os seus objetivos profissionais. Novamente as redes mais rápidas permitirão a realização de treinamentos virtuais que podem ser efetuados de qualquer lugar, a qualquer momento.

2.6.5 Interação entre humanos e máquinas

A divisão do trabalho entre trabalhadores humanos e máquinas inteligentes em ambientes de trabalho altamente tecnológicos levanta questões sobre o conceito de aprendizagem humana das máquinas nas indústrias do futuro. Isso altera a mudança de paradigma na educação profissional e no trabalho, nos conceitos didáticos relacionados. Uma pesquisa realizada recentemente revelou que apenas 13% dos trabalhadores nos países e economias da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, utilizam as principais competências de processamento de informações, ou seja, capacidades de alfabetização, numeramento e resolução de problemas diariamente com maior proficiência do que computadores (ELLIOTT, 2017).

A *Human-to-Machine Interaction* (H2M) consiste em uma nova tecnologia essencial para implementar a manufatura inteligente, abordando fundamentalmente as questões de comunicação, interação e assistência entre seres humanos e máquinas. A H2M tem sido vastamente estudada no ciclo de vida do produto, abrangendo projeto, fabricação e serviço de produtos, porém a eficiência e a segurança ainda não atendem as condições de fabricação inteligente em conjunto com novas tecnologias em desenvolvimento (*Big Data*, inteligência artificial, realidade aumentada) (MA et al., 2019).

Considerando este ponto referente à aprendizagem humana e de máquina, a Tabela 7 compara a capacidade de humanos e máquinas baseada na variação de qualidade e desempenho.

Tabela 7 - Comparação da capacidade de humanos e máquinas baseada na variação de qualidade e desempenho.

CAPACIDADE			Humano	Máquina
	Variação de Qualidade	Trabalho mecânico	Altas diferenças e diversidades inter-individuais	Muito baixo
			Pode ser melhorado pela formação e satisfação no trabalho	Pode degradar-se ao longo da vida ou devido à manutenção inadequada
		Tomando uma decisão	Altas diferenças e diversidades inter-individuais, dependendo das habilidades de resolução de problemas, competências, experiências e nível de qualificação	Baixa à alta, dependendo da qualidade dos dados (afetados por distúrbios e ruídos), precisão dos algoritmos, grau de preparação afetado pelo ser humano e complexidade do campo do problema
			Interesses pessoais, sociais e institucionais podem influenciar a tomada de decisão humana	
			A complexidade e sensibilidade (risco) da decisão podem afetá-la	A qualidade pode ser melhorada após o treinamento do sistema com conjuntos de dados (relativamente grandes)
	Variação de desempenho	Execução de uma tarefa	Relativamente alto (dependendo da capacidade individual, motivação e comprometimento)	Muito baixo (dependendo da vida útil, taxa de degradação associada e qualidade de serviço)
			Alta possibilidade de fadiga no trabalho e insatisfação no trabalho	

Fonte: Adaptado de Ansari, Erol e Sihn (2018).

O estudo realizado pelos autores Ansari, Erol e Sihn (2018) permitiu identificar dois grupos de aprendizes humano e máquina, e dois conceitos de aprendizagem distintos, porém interligados. A interação entre humanos e máquinas resulta na estreita colaboração que estabelece a base para a hibridização dos conceitos de aprendizagem, pelos quais ocorre o “aprendizado mútuo”. Tal aspecto também tem impacto pela capacidade potencial distinta do ser humano e da máquina na execução de tarefas diferentes, como realizar trabalhos mecânicos e efetuar tomada de decisões. A variação de qualidade e desempenho na execução de uma tarefa são os principais indicadores, que distinguem a capacidade do ser humano e da máquina em realizar uma determinada tarefa atribuída.

A indústria 4.0 envolverá a alteração de atividades e demandas das pessoas na fábrica, contudo com a adoção de sistemas de produção ciber-físicos, os colaboradores serão

deparados com uma alta diversidade de trabalhos, que envolverá especificar, monitorar e verificar as estratégias de produção. Desta maneira, por meio da tecnologia, fica assegurado que os colaboradores adotarão a função de tomadores de decisões estratégicas e articuláveis (GORECKY et al., 2014).

Conforme os padrões da indústria 4.0, todos os objetos que compõem a fábrica possuem capacidades integradas de processamento e comunicação. Tal condição afeta não somente a comunicação *Machine-to-Machine Interaction* (M2M), mas influenciará de forma relevante a conexão entre pessoas e tecnologia. Levando em consideração a progressão tecnológica, pressupõem que ocorrerão mudanças na cadeia de problemas e demandas por parte das pessoas, visto que se as máquinas forem de maior autonomia e auto-organização, os processos de produção terão maior complexibilidade e necessitarão de ser gerenciados. Ao contrário da abordagem CIM na década de 80, a indústria 4.0 não está evoluindo nos processos de produção sem colaboradores, ao invés disso, estes deverão integrar o arcabouço ciber-físico de tal maneira que suas competências e talentos possam ser considerados (GORECKY et al., 2014).

3 MÉTODOS DE PESQUISA

A metodologia de um trabalho científico, em nível aplicado, examina, descreve e pondera os métodos e as técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, dirigindo ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação. Assim, a metodologia consiste na utilização de procedimentos e técnicas que devem ser observados com o objetivo de colaborar na construção do conhecimento, com o propósito de comprovar a sua validade e utilidade nos variados âmbitos da sociedade (PROVDANOV; FREITAS, 2013).

Os procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa são apresentados pela Figura 20. O primeiro tópico é referente à classificação da pesquisa, o próximo refere-se ao estabelecimento de categorias de análise, seguido da elaboração do instrumento de coleta de dados. Em sequência são apresentados os critérios de seleção e aplicação do instrumento, fazendo-se subsequente o tratamento e análise dos dados. Por fim, tem-se disposta a análise integrada dos dados coletados.

Figura 20 - Procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1 Classificação da Pesquisa

Neste tópico é apresentada a classificação da presente pesquisa quanto à sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos, descritos em sequência.

3.1.1 Natureza da pesquisa

A dimensão de natureza da pesquisa direciona ao objetivo que o trabalho científico procura alcançar, e de certa forma, aos resultados que este verdadeiramente produzirá. A presente pesquisa configura-se, quanto à natureza, como pesquisa básica e aplicada.

a-) Pesquisa básica

Segundo Provdanov e Freitas (2013) a pesquisa básica tem como objetivo gerar novos conhecimentos úteis para o progresso da ciência, no entanto, sem aplicação prática prevista. É o tipo de pesquisa que envolve verdades e interesses universais. Para Silva (2004), a pesquisa básica produz conhecimento que pode ser utilizado em pesquisas aplicadas ou tecnológicas, porém, sem finalidades imediatas.

O trabalho adota a classificação de pesquisa básica por possuir em si a oportunidade de colaborar com a geração e disseminação de conhecimentos referentes à iminente indústria 4.0, especialmente quanto a aspectos diretamente ligados ao trabalho humano na nova indústria, abrangendo informações que podem ser relevantes para os pesquisadores desta área, aos trabalhadores, e à sociedade como um todo.

b-) Pesquisa aplicada

De acordo com Appolinário (2011), a pesquisa aplicada é aquela cuja realização tem o intuito de resolver problemas ou necessidades sólidas e imediatas. Segundo Del-Masso, Cotta e Santos (2007) é comum, nessa modalidade de pesquisa, que os problemas revelem-se no contexto profissional e, assim, uma instituição pode sugerir-lhes a fim de que o pesquisador solucione uma situação que conste um problema.

Neste contexto, o trabalho objetiva-se a identificar, por meio das percepções dos participantes da pesquisa, vários fatores referentes ao trabalho humano que se têm esperado

para a indústria 4.0, o que permite que novas e boas diretrizes sejam elaboradas e contribuam na resolução da questão referente ao trabalho das pessoas, fator que pode ser percebido como um dos desafios para a indústria 4.0. Esta questão do trabalho humano, a cada dia, com maior intensidade, tem a necessidade sólida e imediata de ser refletida, pesquisada e comprovada, visto que algumas tendências da indústria 4.0 já começam a ser verificadas nas organizações, e as mesmas estão preparando-se para alcançarem o ponto ótimo para efetuarem a plena transição para a indústria 4.0, o que não está muito distante para algumas delas.

3.1.2 Abordagem da pesquisa

O trabalho inclui a abordagem qualitativa e quantitativa de forma integrada, de modo que delibera-se a abordagem mista, que consiste no agrupamento destas duas modalidades. Como afirma Martins (2004), é necessário esclarecer, que a abordagem qualitativa privilegia-se, de modo geral, da análise de micro processos, por meio do estudo de ações sociais individuais e grupais. Quando se realiza um exame intensivo dos dados, tanto em amplitude quanto em profundidade, os métodos qualitativos tratam as unidades sociais que estão sendo investigadas como totalidades que desafiam o pesquisador. Neste caso, a preocupação básica do pesquisador social é a estreita aproximação dos dados, trabalhando para que os participantes da investigação relatem informações da forma mais completa possível, abrindo-se à realidade social, com o objetivo de melhor apreendê-la e compreendê-la.

Quanto à utilização da abordagem quantitativa, Manzato e Santos (2012) afirmam que os métodos apresentados por esta, são utilizados, geralmente, quando se quer medir opiniões, reações, atitudes, sensações, hábitos, entre outros, próprios de um universo, que constitui o público-alvo participante da pesquisa. Para tal, conta-se com a definição de uma amostra que o represente de forma estatisticamente comprovada. A utilização da abordagem quantitativa não sugere que a pesquisa não possa ter indicadores qualitativos. Desde que seja verdadeiramente viável ao estudo, sempre é possível.

Desta forma, quando há a integração entre as abordagens qualitativa e quantitativa, a pesquisa adquire a denominação de abordagem mista, que segundo Creswell e Plano Clark (2011), consiste em um procedimento de coleta, análise e combinação advindo de métodos qualitativos e quantitativos em um mesmo desenho de pesquisa. A justificativa central para a utilização da abordagem multimétodo é a de que a interação entre eles fornece melhores possibilidades analíticas.

É adotada à pesquisa a classificação de abordagem mista, uma vez que no ponto de análise qualitativo trata-se de aspectos diretamente ligados ao trabalho desempenhado pelas pessoas na indústria 4.0, por meio de categorias de análise atribuídas no trabalho, fazendo-se plenamente necessário o tratamento de dados e informações advindos de percepções em forma de afirmações. Já no ponto de análise quantitativo, os resultados obtidos mesmo com teor qualitativo, foram organizados, agrupados, apresentados, bem como descritos utilizando-se de técnicas quantitativas de análise estatística, de modo que os resultados alcançados são argumentados utilizando-se uma determinada escala numérica e seus respectivos níveis atribuídos aos resultados dos setores analisados, que têm, assim, as suas afirmações apresentadas qualitativamente e tratadas quantitativamente.

3.1.3 Categorização da pesquisa quanto aos objetivos

No que refere-se à determinação da pesquisa em relação aos objetivos estabelecidos, esta configura-se como exploratória, descritiva e explicativa, ligada direta e fortemente ao aspecto qualitativo do presente trabalho.

a-) Pesquisa exploratória

O principal objetivo desta tipologia de pesquisa é proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo. Muitas vezes o pesquisador não dispõe de conhecimento suficiente para formular coerentemente um problema ou elaborar de maneira mais precisa uma hipótese. Neste caso, é necessário iniciar um processo de investigação com o objetivo de identificar a natureza do fenômeno e apresentar as características fundamentais das variáveis que pretende-se estudar (KÖCHE, 1997).

Segundo Heerdt e Leonel (2007), o planejamento da pesquisa exploratória é bastante flexível e pode adotar características da pesquisa bibliográfica, documental, estudos de caso, levantamentos etc. As técnicas de pesquisas que podem ser utilizadas para a obtenção de dados na pesquisa exploratória são entrevistas, questionários, formulários, fichas para registro de avaliações clínicas, e ainda, leitura e documentação quando tratar-se de pesquisa bibliográfica.

O contexto natural de exploração intrínseco a esta modalidade de pesquisa, requer que o objeto de estudo, sendo ele expresso por dois setores, acadêmico e empresarial, de dois

países, Brasil e Alemanha, tenham analisadas as suas distintas e variadas perspectivas a respeito do tema de pesquisa. Assim, a adoção da pesquisa exploratória ao presente trabalho é totalmente pertinente, uma vez que é necessário estudar, explorar e compreender os fatores ligados às pessoas e o seu trabalho no novo modelo industrial, sob dois pontos de vistas, de setores de atuação distintos, em países diferentes.

b-) Pesquisa descritiva

A pesquisa descritiva é aquela que dispõe-se a analisar, observar, registrar e correlacionar aspectos, percebidos como variáveis, que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los. Os fenômenos naturais ou humanos são investigados sem a interferência do pesquisador que objetiva-se somente a descobrir, com toda a precisão possível, a natureza e as características de um determinado fenômeno, a frequência com que este ocorre, bem como a sua respectiva relação e integração com os demais fenômenos (CERVO; BERVIAN, 1983).

Segundo Gil (2008) a pesquisa descritiva objetiva-se, basicamente, a descrever as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma de suas especificidades está na utilização de técnicas padronizadas para a coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Conforme afirmam Heerdt e Leonel (2007), algumas características da pesquisa descritiva podem ser assinaladas:

- *Espontaneidade*: O pesquisador não interfere na realidade, somente observa as variáveis que, espontaneamente, estão vinculadas ao fenômeno estudado;
- *Naturalidade*: Os fatos são estudados em seu habitat natural;
- *Ampla grau de generalização*: As conclusões levam em consideração o conjunto de variáveis que podem estar correlacionadas com o objeto da investigação.

Desta forma, a presente pesquisa classifica-se como descritiva porque procura descrever as percepções dos setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha, sem interferir na realidade ou influenciar as afirmações dos participantes, de modo que estes apresentam as suas perspectivas próprias com base em seus conhecimentos e experiências relacionados ao tema. Assim, a pesquisa abrange a utilização de vários tipos de afirmações

com o objetivo de narrar as percepções apresentadas, já anteriormente, sistematizadas e agrupadas visando transmitir conhecimentos reais sobre o tema em análise.

c-) Pesquisa explicativa

A modalidade de pesquisa explicativa não se limita a somente descrever de forma detalhada os fatos, mas também trata de encontrar as suas causas, suas relações internas e suas relações com outros fatos existentes. O seu objetivo é oferecer respostas às indagações efetuadas, aos porquês (GALLIANO, 1979).

Segundo Gil (2008), a pesquisa explicativa objetiva-se a identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, uma vez que explica a razão e o porquê das coisas. Por isso, também, é percebido como o tipo mais complexo e delicado.

Para descrever e tratar os aspectos ligados ao trabalho das pessoas na indústria 4.0, que as envolvem em seus respectivos cargos, nas mudanças das atividades em sua área funcional de atuação, entre muitos outros fatores, faz com que algumas transformações sejam decorrentes de outras. Assim, a pesquisa quanto à sua característica explicativa, procura argumentar a respeito das afirmações obtidas, principalmente quanto aos setores dos quais estas advêm, identificando similaridades e diferenças nas percepções afirmadas.

3.1.4 Disposição da pesquisa quanto aos procedimentos técnicos

Em relação aos procedimentos técnicos a pesquisa classifica-se em bibliográfica, de levantamento e de campo, abrangendo de forma conjunta os métodos de análise qualitativo e quantitativo.

a-) Pesquisa bibliográfica

Esta modalidade de pesquisa desenvolve-se procurando explicar um problema a partir de teorias publicadas em vários tipos de fontes: livros, artigos, manuais, enciclopédias, anais, meios eletrônicos etc. A realização da pesquisa bibliográfica é fundamental para que se possa conhecer e analisar as principais contribuições teóricas a respeito de um determinado tema ou assunto (HEERDT; LEONEL, 2007).

Para Lima e Mioto (2007), dentro dessa lógica, a coleta de dados é iniciada com a adoção de critérios que delimitam o universo de estudo, direcionando a seleção do material a ser utilizado. Isso requer que sejam definidos:

- *O parâmetro temático*: As obras relacionadas ao objeto de estudo, de acordo com os temas que são correlatos;
- *O parâmetro linguístico*: As obras descritas nos idiomas português, inglês, espanhol etc.;
- *As principais fontes*: Os livros, periódicos, teses, dissertações, coletâneas de textos, entre outros, aos quais pretende-se consultar;
- *O parâmetro cronológico*: A seleção das obras que constituirão o universo a ser pesquisado, considerando o período de publicação.

Neste contexto, a classificação da presente pesquisa como bibliográfica é bastante coerente, uma vez que são necessárias, constantemente, a identificação, a análise e a descrição dos estudos e pesquisas desenvolvidos pelos autores de trabalhos referentes à indústria 4.0, visto que as suas novidades têm recebido atenção significativa nas publicações tanto do meio científico quanto empresarial, e também quanto às pessoas e os seus respectivos trabalhos nesta indústria, que tem recebido maior atenção recentemente.

b-) Pesquisa de levantamento

Fonseca (2002) aponta que a modalidade da pesquisa de levantamento é utilizada em estudos exploratórios e descritivos, desta forma existem dois tipos de levantamento: de amostra ou de população (também designado censo). Neste tipo de pesquisa a coleta de dados pode realizar-se em ambos os tipos, por meio de entrevistas ou questionários.

A pesquisa de levantamento também pode ser percebida como a interrogação direta das pessoas cujo comportamento almeja-se conhecer. Procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, posteriormente, mediante análise quantitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados adquiridos. Quando o levantamento recolhe informações de todos os participantes do universo pesquisado, tem-se um censo (GIL, 2008).

A presente pesquisa abrange a categorização de levantamento porque utiliza as afirmações advindas de dois setores específicos, acadêmico e empresarial, de dois países,

Brasil e Alemanha, cada um com as suas percepções e ângulos de vistas distintos entre si. E justamente para compreender a proximidades entre as afirmações destes participantes quanto ao trabalho humano na indústria 4.0, é que faz-se plenamente necessário o procedimento metodológico de levantamento.

3.2 Categorias de Análise

Como etapa anterior à elaboração do instrumento de coleta de dados, foram atribuídas categorias de análise que delimitaram o que fez-se necessário investigar, a fim de que pudessem ter explícitos os conjuntos de informações específicas referentes ao trabalho humano na indústria 4.0 que procurava-se alcançar. Desta forma, o instrumento de coleta de dados utilizado teve distribuído em si seis categorias de análise. Assim, as questões puderam ser elaboradas de forma pertinente às categorias as quais fazem parte, estando também, diretamente ligadas ao tema de pesquisa. As categorias de análise deliberadas abrangem juntas, todas as questões que constituem o questionário, que são ao todo cinquenta questões.

De acordo com Lüdke e André (1986), as categorias de análise devem explicitar os propósitos da pesquisa e, ao mesmo tempo, ser internamente homogêneas, externamente heterogêneas, e ainda, plausíveis e coerentes.

Estes deveres citados às categorias de análise foram atentamente observados no estabelecimento de cada uma das categorias, de modo que estas transparecem o propósito da pesquisa conjuntamente, são homogêneas porque as questões intrínsecas às categorias são interligadas a estas, são externamente heterogêneas, pois as categorias se diferem uma das outras quanto aos seus contextos, e as mesmas possuem coerência entre si, porque são partes interdependentes que formam o todo que necessita ser investigado na pesquisa. A Figura 21 apresenta as categorias de análise deliberadas no presente trabalho.

Figura 21 - Categorias de análise estabelecidas no trabalho.

Fonte: Elaborado pela autora.

▪ Conhecimentos sobre a Indústria 4.0

Esta primeira categoria refere-se às percepções que os participantes dos setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha, possuem a respeito da indústria 4.0. A presente categoria abrange questões que investigam, por exemplo, a respeito da inovação que a indústria 4.0 apresenta, bem como a alta produtividade que espera-se, e ainda o novo modelo industrial como manufatura sustentável, entre outras relevantes questões. Esta categoria faz-se necessária não somente para conhecer o que os respondentes têm percebido a respeito da nova indústria, mas como estes acreditam que a indústria 4.0 será com o viés do trabalho humano na mesma. A categoria também contribui com o alinhamento das ideias dos participantes a fim de que estes pudessem estar mais adentrados ao tema quando questões de categorias mais aprofundadas viessem.

▪ **Tecnologias interferentes no Trabalho Humano**

Esta categoria abrange um conjunto de questões ligadas às tecnologias, que de alguma forma, interferem ou podem interferir no trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0. Nesta categoria os participantes podem afirmar o que esperam em relação à substituição do trabalho humano, por exemplo. Os dois países, Brasil e Alemanha, têm um conhecimento extenso de tecnologias, o que faz com que a percepção embasada nos países não mude tão drasticamente. Porém, em relação às visões acadêmicas e empresariais é necessário e também muito interessante conhecer o que o setor acadêmico tem percebido por meio de seus estudos e pesquisas, que têm em grande parte concedido atenção primordial às tecnologias, e o setor empresarial, embasando-se em sua experiência corporativa que as implementam nas indústrias.

▪ **Recursos Humanos**

A categoria de “Recursos Humanos” assim como a próxima, “Estrutura Organizacional Hierárquica” são as categorias mais focadas no tema de pesquisa, sendo também as mais extensas. O instrumento de coleta de dados segue uma ordem em que as primeiras categorias são relevantes e contribuem significativamente com o objetivo do trabalho, porém são mais leves, no sentido de não serem tão longas. A presente categoria inclui questões diretamente ligadas ao trabalho humano na indústria 4.0, como o desempenho de funções, por exemplo. Esta categoria, bem como as suas respectivas questões, são de fundamental relevância para o alcance dos objetivos do trabalho, a fim de que se possam conhecer as percepções dos setores acadêmico e empresarial, referentes às transformações esperadas para o trabalho das pessoas na nova indústria, embasadas nos conhecimentos e experiências de ambos.

▪ **Estrutura Organizacional Hierárquica**

As pessoas enquanto colaboradoras nas organizações, bem como nas indústrias, desempenham os seus trabalhos, com frequência habitual, em um dos três níveis hierárquicos: Estratégico, Gerencial ou Operacional. Desta forma, esta categoria de questões procura investigar, por meio das afirmações dos setores acadêmico e empresarial, quais as mudanças

que estes têm esperado para a estrutura hierárquica que abrange todo o trabalho humano na indústria 4.0. A categoria se faz fundamental para contrastar as afirmações que se tem nas publicações acadêmicas e científicas, bem como nas iniciativas empresariais, a respeito de muitos aspectos, como a abertura para o trabalho das pessoas nos três níveis hierárquicos.

▪ **Educação para Colaboradores 4.0**

Esta categoria assim como a subsequente “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”, volta a ser menos densa, abrangendo uma quantidade de questões menor em relação às duas últimas categorias, no entanto, possuem uma contribuição significativa para com a pesquisa. A presente categoria investiga como os profissionais acadêmicos e empresariais, brasileiros e alemães, acreditam que deva ocorrer, da melhor forma possível, a formação de futuros colaboradores 4.0. A principal relação entre o objetivo da pesquisa e esta categoria está relacionada ao fato de que a maneira como for realizada a formação superior de futuros colaboradores 4.0, esta influenciará diretamente no desempenho dos seus trabalhos e também às oportunidades para alcançá-los. A categoria também serve como um certo estímulo à atenção com a formação de futuros colaboradores 4.0, verdadeiramente capacitados e preparados para os desafios da nova indústria.

▪ **Empregabilidade para Colaboradores 4.0**

A referida categoria de análise investiga a respeito da abertura de empregabilidade na indústria 4.0, como por exemplo, quanto ao aspecto de extinção de empregos. A categoria visa identificar as oportunidades referentes ao emprego do trabalho humano na indústria 4.0. As percepções dos setores acadêmico e empresarial além de relevantes são complementares, uma vez que o primeiro setor mencionado pode pesquisar a respeito das oportunidades para receber o trabalho humano na indústria 4.0, e o segundo setor referido pode estar ou não em concordância, com base em suas perspectivas empresariais ligadas à admissão de pessoas.

3.3 Instrumento de coleta dos dados

Segundo Oliveira et al. (2016), muitos são os instrumentos que podem ser utilizados pelo pesquisador para garantir o êxito de sua pesquisa, porém é sempre relevante lembrar que a escolha dos instrumentos de coleta não pode efetuar-se de forma aleatória. Existe uma série

de cuidados a serem observados no momento de deliberar quais os instrumentos que serão utilizados na realização da pesquisa. Anteriormente a essa escolha é importante que o pesquisador reflita sobre algumas questões que podem direcionar corretamente a sua decisão, tais como, quais são os tipos de instrumentos de coleta de dados existentes? Quais instrumentos melhor se adéquam ao tipo de pesquisa estabelecido? O instrumento escolhido contribui com a obtenção, de maneira satisfatória, das informações precisas para chegar às conclusões do estudo?

Assim, são numerosos os instrumentos de coleta de dados específicos para as pesquisas e suas abordagens, em geral. No entanto, considerando a classificação adotada a esta pesquisa, e o alcance dos objetivos nela estabelecidos, definiu-se, como mencionado no tópico anterior, que o instrumento para a obtenção dos dados a ser utilizado é o questionário, visando conformidade à disposição metodológica.

Segundo Chaer, Diniz e Ribeiro (2011), o questionário é uma técnica bastante viável e pertinente a ser empregada quando se trata de problemas cujos objetos de pesquisa correspondem a questões de cunho empírico, que envolvem opinião, percepção, preferências e posicionamento dos pesquisados.

Desta forma, a utilização do questionário como instrumento de coleta de dados é plenamente coerente, uma vez que a presente pesquisa procura obter as percepções de dois setores, em dois países, a respeito do trabalho humano na indústria 4.0, a fim de apurar o que estes têm afirmado que esperam ver quanto às pessoas na nova indústria. Para tal, o tipo de questionário utilizado é o fechado, pois abrange um conjunto amplo de questões distribuídas em categorias de análise distintas. Assim, a ação dos participantes de explicitar as suas percepções quanto a cada indagação, torna-se mais dinâmica e rápida, uma vez que sempre há opções de demarcação, e estas são sempre iguais, as quais são apresentadas com maior detalhe no tópico 3.5.

O questionário fechado, que embora se apresente de forma mais rígida do que os abertos, permite diretamente a aplicação de tratamentos estatísticos com suporte de computadores, e ainda elimina a necessidade de se classificar respostas à posteriori, possivelmente induzindo tendências indesejáveis (NOGUEIRA, 2002).

O questionário elaborado é constituído por cinquenta questões, com opções fechadas de afirmação. As questões que o compõem estão distribuídas nas categorias de análise

elencadas, porém, estas não estavam explícitas no questionário aos respondentes, apenas foram distribuídas em seções que não eram nomeadas de acordo com a categoria, a mudança de uma categoria para a outra ocorria quando os respondentes mudavam de página.

A pesquisa tinha a necessidade de que o instrumento de coleta de dados adotado fosse aplicado aos países Brasil e Alemanha. Assim, buscando tornar mais dinâmica a sua aplicação, o questionário foi expresso utilizando-se da plataforma do Google Forms[®], enviado por meio virtual aos participantes. E para que estes, de ambos os países, pudessem compreender melhor cada informação presente no questionário, o mesmo foi elaborado no idioma português, para os participantes brasileiros, e inglês, aos participantes alemães.

O questionário utilizado na pesquisa, elaborado nos dois idiomas, é apresentado no Apêndice A deste trabalho. Já a sua versão utilizada por meio virtual, nos idiomas português e inglês, está disponível para acesso nos seguintes *links*, respectivamente:

- <https://forms.gle/3R9uGXGbZBJwtKKe7>
- <https://forms.gle/j6Z3HTBqzPuWPsrp6>

Além de ser o mesmo aos dois países participantes da pesquisa, o instrumento de coleta de dados também foi o mesmo para os dois setores participantes, acadêmico e empresarial. Isso se deve ao fato de que a pesquisa objetiva-se a apurar as percepções dos participantes acadêmicos e empresariais quanto aos mesmos aspectos de investigação, a fim de que se possa conhecer o que cada um destes setores imaginam a respeito do mesmo ponto de análise.

3.4 Critérios de seleção dos participantes e realização da pesquisa

Os participantes que constituem os setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha, foram cuidadosamente selecionados à participação na pesquisa por meio de critérios anteriormente estabelecidos. Neste tópico são apresentados os critérios de seleção para cada participante da pesquisa: Indivíduos do setor acadêmico; Colaboradores do setor empresarial; Instituições de Ensino Superior; e, Empresas. A Tabela 8 apresenta os critérios de seleção deliberados para os primeiros participantes citados, os indivíduos do setor acadêmico.

Tabela 8 - Critérios para a seleção de indivíduos do setor acadêmico brasileiro e alemão.

Critérios	Descrição
1º	Conhecer a respeito da Indústria 4.0 e suas principais propostas
2º	Ser um(a) Professor(a) e/ou Pesquisador(a) que desenvolve as suas atividades em temas ligados e/ou correlatos à Indústria 4.0
3º	Ser um(a) Professor(a) e/ou Pesquisador(a) que desenvolva atividades de investigação ligadas à área de Engenharia de Produção e/ou Industrial e/ou de Tecnologia da Informação e Comunicação
4º	Ser um(a) Professor(a) e/ou Pesquisador(a) que já tenha realizado trabalhos relacionados e/ou direcionados ao setor industrial

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os possíveis indivíduos participantes do setor acadêmico, brasileiro e alemão, passaram por uma análise de perfil e histórico de atividades realizadas. Posteriormente, aplicaram-se os critérios de seleção dos participantes, a fim de que pudessem permanecer aqueles que atendem plenamente aos critérios, de modo que os selecionados fossem representativos. Após a aplicação dos critérios de seleção foi efetuada a etapa de realização do convite à participação na presente pesquisa. Considerando a disponibilidade do indivíduo em participar da pesquisa, realizou-se a constituição do agrupamento acadêmico, para o qual quatro indivíduos brasileiros e quatro alemães foram selecionados e dispuseram-se com toda solicitude a participar da pesquisa. Desta forma, o agrupamento acadêmico é constituído por oito indivíduos participantes, dentre os quais, quatro destes são brasileiros e os outros quatro são alemães. Em continuidade ao processo de seleção dos profissionais, a Tabela 9 apresenta os critérios de seleção para os participantes advindos do setor empresarial.

Tabela 9 - Critérios para a seleção de colaboradores do setor empresarial brasileiro e alemão.

Critérios	Descrição
1º	Conhecer a respeito da Indústria 4.0 e suas principais propostas
2º	Ser um(a) Colaborador(a) que desempenhe o seu trabalho com estreita relação às premissas da Indústria 4.0
3º	Ser um(a) Colaborador(a) que desempenhe o seu trabalho diretamente ligado e/ou no setor industrial
4º	Ser um(a) Colaborador(a) que já tenha implementado iniciativas próximas ao contexto da Indústria 4.0

Fonte: Elaborado pela autora.

O processo de seleção dos participantes do setor empresarial, de ambos os países referidos, consistiu nas mesmas etapas realizadas para o setor acadêmico. Inicialmente os possíveis participantes do setor empresarial passaram por uma análise de perfil e histórico de suas atividades realizadas. Em seguida, efetuou-se a aplicação dos critérios de seleção a fim de que pudessem ser selecionados os colaboradores atendentes a estes. Posterior à aplicação dos critérios de seleção, a próxima etapa consistiu na realização do convite aos colaboradores selecionados à participação na presente pesquisa. Considerando a disponibilidade de cada colaborador em participar da pesquisa, o agrupamento empresarial foi formado. Este é constituído por quatorze colaboradores, dentre os quais sete são colaboradores brasileiros, e os outros sete, são colaboradores alemães.

Embora os participantes que contribuem efetivamente no presente trabalho, informando as suas percepções, sejam os profissionais de instituições de ensino superior e de empresas, estas duas últimas citadas também passaram pelo processo de seleção para a pesquisa. Pois, além de se procurar selecionar indivíduos e colaboradores que tenham conhecimento e trabalham com perspectivas da indústria 4.0, é necessário que também as suas respectivas instituições de ensino superior e empresas tenham também relevantes iniciativas a respeito da indústria 4.0, concedendo apoio aos seus profissionais, bem como às suas atividades. Desta forma, a Tabela 10 apresenta os critérios de seleção deliberados às instituições de ensino superior do Brasil e da Alemanha.

Tabela 10 - Critérios para a seleção de Instituições de Ensino Superior brasileiras e alemãs.

Critérios	Descrição
1º	Ser uma Instituição de Ensino Superior com participações relevantes em estudos e/ou pesquisas ligados e/ou correlatos à Indústria 4.0
2º	Ser uma Instituição de Ensino Superior que tenha áreas de estudo e pesquisa ligadas à área de Engenharia de Produção e/ou Industrial e/ou de Tecnologia da Informação e Comunicação
3º	Ser uma Instituição de Ensino Superior que tenha projetos de P&D diretamente ligados à área de Engenharia de Produção e/ou Industrial e/ou de Tecnologia da Informação e Comunicação
4º	Ser uma Instituição de Ensino Superior reconhecida por sua excelência em atividades de estudos e/ou pesquisas e/ou projetos de P&D ligados e/ou correlatos à área industrial

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim como os seus profissionais, as instituições de ensino superior do Brasil e da Alemanha atenderam aos critérios de seleção estabelecidos, de modo que as respectivas instituições de cada indivíduo participante puderam ser consideradas na pesquisa. Desse modo, as instituições de ensino superior participantes são, ao todo, oito. Sendo quatro instituições brasileiras e quatro alemãs. Os critérios de seleção para as últimas participantes referidas na presente pesquisa, as empresas, são apresentados pela Tabela 11.

Tabela 11 - Critérios para a seleção de Empresas brasileiras e alemãs.

Critérios	Descrição
1º	Ser uma Empresa com participações relevantes em iniciativas e/ou implementações e/ou desenvolvimentos ligados e/ou correlatos à Indústria 4.0
2º	Ser uma Empresa diretamente ligada e/ou pertencente ao setor industrial com perspectivas de desenvolvimento rumo à Indústria 4.0
3º	Ser uma Empresa com alto potencial de utilização e/ou desenvolvimento e/ou treinamento quanto às tecnologias intrínsecas à Indústria 4.0
4º	Ser uma Empresa de renome nacional e/ou internacional e/ou mundial em sua respectiva área de atuação

Fonte: Elaborado pela autora.

Da mesma forma que as instituições de ensino superior, as empresas selecionadas são respectivas aos colaboradores selecionados, sendo então, quatorze, dentre as quais sete são brasileiras e as outras sete são alemãs. Todas as empresas participantes atendem aos critérios de seleção estabelecidos. Em síntese, a pesquisa inclui vinte e dois participantes efetivos, dentre os quais oito são indivíduos de instituições de ensino superior (sendo quatro brasileiros e quatro alemães), e quatorze são colaboradores de empresas (sendo sete brasileiros e sete alemães). Os participantes referidos são caracterizados no próximo capítulo.

3.5 Tratamento e análise dos dados

O instrumento de coleta de dados utilizado, como já descrito, é constituído por cinquenta questões distribuídas em categorias de análise. Por ser um questionário do tipo fechado, os participantes da pesquisa puderam expressar as suas percepções por meio de afirmações expressas como alternativas de demarcação. Estas eram sempre as mesmas para todas as questões, de modo que procurava-se apurar o nível de concordância dos participantes para cada afirmativa proposta como questão.

Para que os participantes pudessem expressar as suas percepções de forma coerente, dinâmica e com intensidade, deliberou-se a utilização de escala para atribuição de níveis alcançados para as afirmações dos participantes. Assim, cada alternativa de demarcação refletiu-se em um nível presente na escala utilizada. A tipologia de escala escolhida para atribuição na pesquisa foi a de Likert.

Segundo Appolinário (2007), a escala de Likert pode ser descrita como um tipo de escala de atitude pela qual o respondente indica o seu grau de concordância ou discordância referente a um objeto específico. O tipo da escala Likert é composto por questões em que o respondente além de concordar ou não, pode apresentar o grau de intensidade das suas respostas (CUNHA, 2007; ALEXANDRE et al., 2003).

De acordo com Oliveira (2001), uma das vantagens da escala Likert é a disponibilização de direções a respeito da posição do respondente em relação a cada afirmação. Segundo os autores Silva Júnior e Costa (2014), outra vantagem que se pode apresentar em relação à escala de Likert é quanto a sua simplicidade de aplicação, uma vez que o respondente opta por concordar ou não com uma determinada afirmação descrita.

Uma vez que a escala de Likert foi adotada ao tratamento e análise dos dados advindos das afirmações dos participantes, estabeleceu-se a utilização de cinco níveis na escala. Estes estão distribuídos conforme a intensidade das afirmações como alternativas disponíveis para a demarcação pelos participantes da pesquisa. A Tabela 12 apresenta a atribuição dos níveis da escala para cada opção afirmativa.

Tabela 12 - Atribuição dos níveis da escala às opções afirmativas.

Níveis da Escala	Opções afirmativas
5	Concordo Plenamente
4	Concordo
3	Não concordo nem discordo
2	Discordo
1	Discordo Plenamente

Fonte: Elaborado pela autora.

Em sua forma original, a escala Likert é constituída por cinco pontos, porém com o passar do tempo, os pesquisadores foram mudando o número de pontos utilizados em seus questionários chamando também assim, a escala como do tipo Likert (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014). Os autores Lissitz e Green (1975) e Jenkins e Taber (1977) chegaram à conclusão em seus trabalhos, por meio de simulações, que escalas de cinco pontos são suficientes, uma vez que não foi observado um ganho de confiabilidade em escalas com mais de cinco pontos. Os autores Dalmoro e Vieira (2008) apresentaram em seu trabalho a influência do número de pontos na escala de Likert, verificando também que a escala que se apresentou como a mais adequada foi a de cinco pontos.

Consequentemente, para se apurar os níveis da escala em que as afirmações dos participantes eram referentes, fez-se necessário o estabelecimento de uma medida de centralização para a realização do cálculo de todas as afirmativas dos participantes conforme o seu setor, acadêmico e empresarial, bem como o seu país, Brasil e Alemanha, uma vez que as afirmativas de cada participante não serão analisadas individualmente. Para atender a esta necessidade, deliberou-se a utilização da mediana como a medida de centralização mais conveniente de ser utilizada.

De acordo com Fortes (2014), para efetuar o cálculo da mediana, organizam-se os valores em uma disposição de ordem crescente. Se o número destes valores for ímpar, significa que a mediana é o termo central, mas se for par, é a média aritmética dos dois valores centrais.

A tipologia de amostragem adotada no presente trabalho é a intencional, que é utilizada quando não se conhece o tamanho exato da população a qual pretende-se obter os participantes da pesquisa. Porém, os indivíduos que atendam aos critérios de similaridades de características com os integrantes que constituem a população total e apresentam disponibilidade em participar da pesquisa, podem ser selecionados e tratados como representativos da sua população. Desta forma, a utilização deste tipo de amostragem à pesquisa é plenamente coerente, visto que não são conhecidos em todos os setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha, os indivíduos e os colaboradores, bem como as instituições de ensino superior e as empresas, que estão diretamente envolvidos ou realizando iniciativas plenamente ligadas com a indústria 4.0.

3.6 Análise integrada dos dados coletados

A análise dos dados obtidos foi efetuada de forma integrada, primeiramente foram analisadas as percepções advindas dos participantes do setor acadêmico dos países Brasil e Alemanha. Em segundo, foram analisadas as percepções provenientes dos participantes do setor empresarial brasileiro e alemão. Em terceiro, de forma contrastante, foram analisadas conjuntamente as percepções dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha.

O processo de análise das percepções do setor acadêmico brasileiro e alemão fez-se relevante para se apurar o que os profissionais acadêmicos dos dois países têm esperado em relação ao trabalho humano na indústria 4.0 e com qual intensidade, embasando-se em seus conhecimentos, experiências, e em suas atividades de estudos e/ou pesquisas, de origem acadêmica e/ou científica.

Da mesma forma, a análise das percepções do setor empresarial brasileiro e alemão, quanto às mesmas categorias de análise, fez-se fundamental para se mensurar as expectativas e a intensidade atribuídas a estas, pelos profissionais empresariais de ambos os países, embasados em seus conhecimentos, experiências, e em suas atividades e/ou iniciativas empresariais.

Em relação à análise contrastante dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha, foram analisadas conjuntamente as percepções dos participantes acadêmicos e empresariais de ambos os países para se apurar a proximidade entre as expectativas de um setor ligado ao estudo e/ou produção bibliográfica, e de outro ligado às iniciativas e/ou implementações empresariais, a fim de que se possa conhecer o que tais profissionais têm esperado em relação ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0.

4 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Neste capítulo são caracterizados nos próximos tópicos os indivíduos participantes da presente pesquisa segundo a sua nacionalidade brasileira ou alemã, os seus respectivos setores acadêmico ou empresarial, bem como as suas respectivas áreas de atuação. Seguindo o protocolo de ética, e conforme informado aos participantes da pesquisa, os dados advindos de suas afirmações no instrumento de coleta de dados utilizado, serão tratados de forma confidencial, de modo que não serão informados tanto os nomes dos participantes quanto as instituições nas quais estes desempenham o seu trabalho. Para apresentá-los e caracterizá-los neste trabalho, foram atribuídos códigos a cada participante e à sua respectiva instituição, os quais são descritos na Tabela 13.

Tabela 13 - Códigos de caracterização dos participantes da pesquisa.

Códigos de Caracterização	Descrição
INDIV-BRA*	Indivíduo brasileiro participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
INDIV-ALE*	Indivíduo alemão participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
COL-BRA*	Colaborador brasileiro participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
COL-ALE*	Colaborador alemão participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
IES-BRA*	Instituição de Ensino Superior brasileira participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
IES-ALE*	Instituição de Ensino Superior alemã participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
EMP-BRA*	Empresa brasileira participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)
EMP-ALE*	Empresa alemã participante (* = Conforme a ordem numérica de identificação)

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1 Caracterização dos participantes acadêmicos brasileiros

Como fora mencionado no capítulo de métodos de pesquisa, todos os participantes dos países Brasil e Alemanha foram selecionados de acordo com os critérios de seleção estabelecidos para cada setor, acadêmico e empresarial. Os participantes acadêmicos brasileiros são constituídos por quatro indivíduos que atuam em quatro distintas instituições de ensino superior do país, instaladas em diferentes localidades.

4.1.1 Indivíduos brasileiros participantes

Os indivíduos brasileiros integrantes do agrupamento acadêmico possuem algumas similaridades entre si. O primeiro participante é o indivíduo INDIV-BRA1, atuante na Instituição de Ensino Superior IES-BRA1. Este indivíduo tem 45 anos, é especialista, sendo também Engenheiro Mecânico, com *Master in Business Administration* - MBA em Gestão Empresarial. As suas atuais ocupações são como Professor Executivo, Gerente Industrial, e ainda, Consultor Industrial nas áreas de projetos e equipes. Assim, as suas áreas de ocupação profissional é a educação em nível superior, como professor executivo, e o gerenciamento industrial. Este primeiro participante tem 26 anos de carreira profissional.

O segundo participante, o INDIV-BRA2, desenvolve o seu trabalho na IES-BRA2, possui a titulação de doutor em Engenharia Química, com formação também na área de Controle de Processos e Informática. As suas atuais ocupações são como Professor Universitário e Pesquisador, e ainda, Consultor, nas áreas de Engenharias e Ciências da Computação. Este participante tem 47 anos e tem 25 anos de carreira profissional.

O próximo integrante do agrupamento acadêmico é o INDIV-BRA3, que tem 36 anos, é especialista, possui MBA em Gestão da Cadeia de Suprimentos. Os seus trabalhos atuais são como Professor e Consultor nas áreas de Logística e *Supply Chain*. Tem como tempo de carreira profissional na área acadêmica 2 anos e na indústria 23 anos. Este participante desenvolve o seu trabalho na IES-BRA3.

Por fim, o último integrante do agrupamento acadêmico brasileiro, o INDIV-BRA4, tem 31 anos, é estudante de doutorado na área de Engenharia Mecânica. Atualmente a sua principal ocupação é como Pesquisador também na área de Engenharia Mecânica. Este

participante atua na IES-BRA4 e tem 6 anos de carreira profissional. A Tabela 14 apresenta uma síntese do perfil dos indivíduos acadêmicos brasileiros participantes.

Tabela 14 - Caracterização dos indivíduos acadêmicos brasileiros.

Caracterização dos participantes acadêmicos brasileiros								
Código do Indivíduo	Idade	Nacionalidade	Titulação	Área da Titulação	Ocupação Profissional	Área da Ocupação Profissional	Código da IES	Tempo de Carreira Profissional
INDIV-BRA1	45 anos	Brasileiro	Especialista	- Engenharia Mecânica - MBA com especialização em Gestão Empresarial	- Professor Executivo - Gerente Industrial - Consultor Industrial (Projetos e Equipes)	- Professor Executivo - Gerenciamento Industrial	IES-BRA1	26 anos
INDIV-BRA2	47 anos	Brasileiro	Doutor	- Engenharia Química - Controle de Processos e Informática	- Professor Universitário - Pesquisador - Consultor	- Engenharias - Ciências da Computação	IES-BRA2	25 anos
INDIV-BRA3	36 anos	Brasileiro	Especialista	MBA em <i>Supply Chain Management</i>	- Professor - Consultor	- Logística - <i>Supply Chain</i>	IES-BRA3	2 anos
INDIV-BRA4	31 anos	Brasileiro	Estudante de Doutorado	Engenharia Mecânica	Pesquisador	Engenharia Mecânica	IES-BRA4	6 anos

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.2 Instituições de Ensino Superior brasileiras participantes

A quantidade de instituições de ensino superior participante no setor acadêmico brasileiro é a mesma que a dos indivíduos brasileiros participantes. Desta forma, cada indivíduo brasileiro participante desempenha o seu trabalho em uma das quatro instituições, de modo que cada participante atua em uma instituição distinta às outras. Neste tópico serão caracterizadas as instituições de ensino superior brasileiras, as quais também atenderam plenamente aos critérios de seleção estabelecidos.

▪ IES-BRA1

A primeira instituição de ensino superior foi fundada em 20 de dezembro de 1944 com o propósito de oferecer formações de pessoas qualificadas para as áreas de Administração Pública e Privada do Brasil. A sede desta instituição de ensino localiza-se na cidade do Rio de Janeiro. Sendo uma instituição de direito privado, sem fins lucrativos, o objetivo desta instituição é ser um centro direcionado ao desenvolvimento intelectual do país, reunindo escolas de excelência e relevantes centros de pesquisa e documentação que são focados na Administração Pública e Privada, na Economia e na história do país. Ao longo de sua trajetória a instituição se expandiu da esfera restrita da administração a um campo mais vasto das Ciências Sociais. Assim, não se limitou apenas ao ensino, mas estendeu-se também à pesquisa e à informação.

A instituição disponibiliza cursos de graduação e pós-graduação (mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado) nas áreas de Administração Pública, Administração de Empresas, Direito, Economia, Ciências Sociais, Matemática Aplicada e Relações Internacionais. Além de manter a sua sede no Rio de Janeiro, a instituição tem filiais em Brasília e em São Paulo, mas oferece também cursos em cerca de 100 cidades do Brasil, por meio de uma rede formada por instituições conveniadas, com cursos das modalidades de Educação Executiva, de Extensão e MBAs em várias áreas do conhecimento. A instituição também mantém mais de 90 Centros de Estudos e Pesquisas, e ainda tem projetos internacionais com parcerias no exterior.

Foi considerado um período épico de pioneirismo, o momento em que a instituição inaugurou no Brasil a graduação e a pós-graduação *stricto sensu* em Administração Pública e Privada, assim como a pós-graduação em Economia, Psicologia, Ciências Contábeis e

Educação. Além desta contribuição, a instituição estabeleceu as bases para uma economia bem fundamentada, dando início à elaboração do balanço de pagamento, das contas nacionais e dos índices econômicos.

No ano de 2016, a instituição foi considerada uma entre as 10 melhores *thinks tanks* do mundo, ocupando o 9º lugar, e alcançou a liderança na América Latina pelo oitavo ano consecutivo, segundo o relatório *2016 Global Go To Think Tank Index Report*, desenvolvido pela Universidade da Pensilvânia, nos Estados Unidos.

Constituída por várias unidades, duas grandes escolas, consideradas centros de excelência em educação e pesquisa, destacam-se pelos conhecimentos técnicos e científicos que produzem. Uma destas, foi fundada em 1952 com o apoio das Nações Unidas, é a mais antiga escola de Administração da América do Sul. Já a outra, criada em 1961, é a mais antiga escola de pós-graduação em Economia do Brasil.

Considerada um centro de excelência, a IES-BRA1 preocupa-se, permanentemente, com a inovação e direciona as suas atividades para áreas estratégicas da vida nacional como a Administração Pública e de Empresas, Economia, Direito, Ciências Sociais e História Contemporânea. Buscando mais dinamismo ao desenvolvimento e à distribuição de seus serviços educacionais, que podem ser disponibilizados de forma presencial e/ou à distância, a instituição criou o Instituto de Desenvolvimento Educacional (IDE), com a finalidade de fornecer canais de distribuição únicos para os cursos de pós-graduação *lato sensu* (aperfeiçoamento, especialização e extensão) e de desenvolvimento de executivos, surgidos nas unidades da instituição.

▪ IES-BRA2

A segunda instituição de ensino superior foi fundada em 1971, por empreendedores de famílias tradicionais da cidade de Atibaia, no estado de São Paulo. A primeira faculdade com ênfase em Ciências Administrativas e Contábeis que antecedeu a instituição, passava por sérias dificuldades financeiras e contava com apenas dois cursos, trezentos alunos matriculados e as notas obtidas no Exame Nacional de Cursos (ENC), antigo Provão do Ministério da Educação (MEC), não eram tão boas.

Então cinco docentes da própria faculdade decidiram encarar o desafio de transformar a instituição em um caso de sucesso. No ano de 1999, estes professores assumiram a

mantenedora e logo reuniram alunos e outros professores para apresentarem o plano de ações que deveria ser implementado, a fim de que a instituição fosse resgatada.

Com todo o apoio da comunidade acadêmica, os novos mantenedores promoveram uma grande reestruturação no Plano de Desenvolvimento Institucional e nos Projetos Pedagógicos da instituição. Depois, foram realizados investimentos na qualificação e capacitação do corpo docente e na melhoria da infraestrutura oferecida aos alunos.

O crescimento da faculdade, acompanhado de um desempenho muito elevado nas avaliações oficiais do MEC, configurando-a como a melhor instituição de ensino superior da região, levou ao início do processo para a transformação da faculdade em Centro Universitário. Este processo de transformação da organização acadêmica teve o seu começo em 2015, que foi o ano em que a instituição protocolou a solicitação de credenciamento como Centro Universitário. A grande notícia veio no dia 23 de março de 2018, quando foi publicada no Diário Oficial da União a portaria que oficializou a transformação da faculdade em Centro Universitário. A notícia foi recebida com muita alegria por toda a comunidade acadêmica e toda a população da Região Bragantina.

A instituição tem sido considerada como a melhor da região, segundo as avaliações do MEC. Ao todo são disponibilizadas 24 opções de cursos na modalidade de graduação tradicional, 7 cursos na modalidade de graduação *smart*, além dos cursos de pós-graduação *lato sensu* que são oferecidos nas modalidades MBA, especialização e aperfeiçoamento, nas áreas de Administração, Direito, Educação, Engenharia e Saúde. Ainda são oferecidos pela instituição os chamados Cursos de Extensão que são oferecidos para estudantes e profissionais interessados no aprimoramento de seus conhecimentos. Estes cursos classificam-se em duas categorias: Cursos Livres que são os que não possuem pré-requisito, e, Cursos de Educação Continuada que são para pessoas formadas e que tem pré-requisito.

Na IES-BRA2 os alunos são incentivados a buscar a integração com a comunidade por meio de atividades e cursos de extensão, que abrangem áreas como meio ambiente, gestão, saúde, acessibilidade, arte, história, lazer e esporte, contribuindo com o processo de desenvolvimento e melhoria da qualidade da vida da população da região.

▪ IES-BRA3

A terceira instituição de ensino superior participante da presente pesquisa foi oficialmente fundada em 5 de outubro de 1966, que foi o dia do lançamento de sua pedra fundamental. Mesmo em um contexto universitário recente, em que a mais antiga universidade brasileira tem pouco mais de sete décadas, esta instituição pode ser considerada jovem, e mesmo assim já conquistou uma consolidada tradição no ensino, na pesquisa e nas relações com a sociedade.

Esta instituição é uma universidade pública do estado de São Paulo, no Brasil, e é considerada uma das melhores universidades do país e da América Latina. É também uma das quatro universidades mantidas pelo governo do estado de São Paulo. Desde que foi fundada, esta instituição foi projetada em seu começo como um sistema integrado de centros de pesquisa, ao contrário do caso de algumas universidades brasileiras que geralmente são criadas pela consolidação de escolas e institutos anteriormente existentes.

O campus principal da instituição ocupa 3,5 quilômetros quadrados e está situado no distrito de Barão Geraldo, uma área suburbana a 12 km do centro da cidade de Campinas, que fora construída logo após a criação da universidade. A instituição também tem campus satélites nos municípios de Limeira, Piracicaba e Paulínia, além de realizar a gestão de duas escolas técnicas secundárias, localizadas em Campinas e Limeira. O seu financiamento é quase inteiramente advindo do governo paulista. Como outras universidades públicas brasileiras, esta instituição também não cobra mensalidades ou taxas de administração para os seus cursos de graduação e pós-graduação.

O foco em pesquisa da instituição reflete em que quase metade de seus estudantes são alunos de pós-graduação, o que é a maior proporção entre todas as grandes universidades no Brasil. A instituição também se destaca no grande número de cursos de pós-graduação disponibilizados que são ao todo 153, comparados aos 70 cursos de graduação, além de oferecer diversos cursos para cerca de 8 mil estudantes por meio da sua escola de extensão.

A IES-BRA3 é responsável por cerca de 15% do total da produção científica brasileira. A instituição também produz mais patentes do que qualquer outra organização de pesquisa brasileira, estando atrás somente da estatal Petrobras. São numerosos os *rankings* universitários internacionais que classificam a IES-BRA3 como uma das melhores universidades em todo o mundo. Em 2015, o *World University Rankings* publicou por meio

da *Quacquarelli Symonds* (QS) a classificação da instituição como a 195ª melhor universidade do mundo, além da 11ª posição como melhor universidade com menos de 50 anos de existência do planeta e como a 24ª melhor instituição universitária dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e de outros países em desenvolvimento. Em 2015, a instituição foi ainda a universidade com a maior quantidade de cursos bem avaliados do país pelo Ministério da Educação. Em julho de 2017, a instituição ultrapassou pela primeira vez uma outra tradicional universidade pública do estado de São Paulo, tornando-se a melhor universidade da América Latina, de acordo com a classificação da revista britânica *Times Higher Education* (THE).

▪ IES-BRA4

A quarta instituição de ensino superior integrante do conjunto de participantes acadêmicos brasileiros é um instituto com ênfase em Tecnologia Aeronáutica. A IES-BRA4 é uma instituição universitária pública ligada ao Comando da Aeronáutica (COMAER) e vinculada ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). A instituição está situada na cidade de São José dos Campos, no estado de São Paulo. Sendo especializado nas áreas de Ciência e Tecnologia no Setor Aeroespacial, a instituição oferece cursos de graduação em Engenharia, pós-graduação *stricto sensu* em nível de Mestrado, Mestrado Profissional e Doutorado, e ainda pós-graduação *lato sensu* de especialização e de extensão.

Como uma instituição de educação e ensino superior, a IES-BRA4 valoriza e pratica a disciplina consciente, a ética profissional, a responsabilidade social, a postura crítica, a valorização do ser humano e a formação integral do técnico e do cidadão. Os seus principais valores são: Instituição de educação e ensino superior; Foco no aluno; Busca permanente pela excelência; Ensino de qualidade; Laboratório de inovações e Ambiente universitário.

No ano de 1941, sendo resultado da união da aviação do Exército e da Marinha, foi constituído o Ministério da Aeronáutica. Em 1943, em uma viagem de um integrante aos Estados Unidos com a incumbência de trazer um lote de aviões norte-americanos, e com a extensão da visita para conhecer o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o integrante retornou entusiasmado com a ideia de criar um instituto semelhante no Brasil, com o propósito de formar engenheiros de excelência e desenvolver tecnologia aeronáutica.

Como o Brasil na década de 1940 era um país essencialmente agrícola e com uma indústria mínima, que não poderia fabricar até bicicletas, o sonho de projetar e fabricar aviões parecia excêntrico aos olhos de muitas pessoas. No entanto, com o auxílio do professor e chefe do Departamento de Engenharia Aeronáutica do MIT, Richard Harbert Smith, o integrante idealizador desenvolveu as diretrizes da nova instituição.

Fundada em 16 de Janeiro de 1950, a instituição é considerada um centro de referência no ensino de engenharia no Brasil. Os seus cursos de graduação e pós-graduação são de áreas ligadas à Engenharia, principalmente no setor aeroespacial. A instituição é considerada uma das melhores instituições de ensino superior do Brasil.

4.2 Caracterização dos participantes acadêmicos alemães

Assim como os participantes acadêmicos brasileiros, a quantidade de participantes acadêmicos alemães também é quatro, cada um destes desempenha o seu trabalho em uma instituição de ensino superior distinta a dos outros, portanto, são quatro as instituições de ensino superior participantes da Alemanha. O próximo tópico apresenta a caracterização dos indivíduos alemães participantes.

4.2.1 Indivíduos alemães participantes

Os indivíduos acadêmicos participantes da Alemanha têm a sua principal similaridade nas áreas de formação e ocupação profissional. O primeiro participante, o INDIV-ALE1 desempenha o seu trabalho na IES-ALE1. Ele tem 31 anos, é estudante de doutorado na área de Engenharia de Produção e Gestão do Conhecimento. Atualmente a sua ocupação profissional é como Pesquisador Associado, fato muito comum na Alemanha que permite ao estudante de doutorado poder orientar alunos, projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e ainda ministrar aulas, o que é muito eficaz para a aprendizagem de ambos, pesquisador e aluno. A área da ocupação profissional deste participante é em pesquisa e desenvolvimento, resultante na implementação e supervisão de projetos de desenvolvimento nas áreas de Engenharia de Produção e/ou Industrial, e ainda *E-learning* para pessoas e máquinas. Este participante trabalha na IES-ALE1 e tem 5 anos de carreira profissional.

O segundo participante, o INDIV-ALE2, tem 73 anos, é doutor na área de Manufatura, e a sua ocupação profissional é como Professor. A sua respectiva área de ocupação

profissional é em Tecnologia de Manufatura e Gestão. Este participante desenvolve o seu trabalho na IES-ALE2, e tem 35 anos de carreira profissional.

O INDIV-ALE3, tem 33 anos e é estudante de doutorado na área de Engenharia. A sua atual ocupação profissional é como Pesquisador, assim, a área de sua ocupação profissional é em pesquisa em Engenharia Industrial. Este participante atua na IES-ALE3 e tem 7 anos de tempo de carreira profissional.

Finalizando o agrupamento acadêmico alemão, o INDIV-ALE4 é um participante doutor na área de Energia Eólica. A sua atual ocupação profissional é como Professor Pesquisador também na área de Energia Eólica. Este participante desempenha o seu trabalho na IES-ALE4, tem 38 anos e o seu tempo de carreira profissional é 11 anos. A Tabela 15 apresenta uma síntese do perfil dos indivíduos acadêmicos alemães participantes.

Tabela 15 - Caracterização dos indivíduos acadêmicos alemães.

Caracterização dos participantes acadêmicos alemães								
Código do Indivíduo	Idade	Nacionalidade	Titulação	Área da Titulação	Ocupação Profissional	Área da Ocupação Profissional	Código da IES	Tempo de Carreira Profissional
INDIV-ALE1	31 anos	Alemão	Estudante de Doutorado	- Engenharia de Produção - Gestão do Conhecimento	Pesquisador Associado	- P&D nas áreas de Engenharia de Produção/ Industrial - <i>E-learning</i>	IES-ALE1	5 anos
INDIV-ALE2	73 anos	Alemão	Doutor	Manufatura	Professor	- Tecnologia de Manufatura - Gestão	IES-ALE2	35 anos
INDIV-ALE3	33 anos	Alemão	Estudante de Doutorado	Engenharia	Pesquisador	Pesquisa em Engenharia Industrial	IES-ALE3	7 anos
INDIV-ALE4	38 anos	Alemão	Doutor	Energia Eólica	Professor Pesquisador	Energia Eólica	IES-ALE4	11 anos

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.2 Instituições de Ensino Superior alemãs participantes

As instituições de ensino superior alemãs, são ao todo, quatro. O que representa a mesma quantidade de indivíduos alemães participantes no setor acadêmico alemão, visto que cada um destes desempenha o seu trabalho em uma instituição distinta. Neste tópico serão apresentadas as instituições de ensino superior participantes da Alemanha.

▪ IES-ALE1

O significado das ciências naturais e tecnológicas cresceu em proporção ao aumento da industrialização ocorrida no século XIX. A necessidade de engenheiros capacitados aumentou acentuadamente, assim como os apelos por reconhecê-los, tanto em termos sociais, quanto científicos. Uma fundação de uma determinada universidade em Berlim foi um passo importante e bem-sucedido nessa direção. Em 1899, o Imperador Wilhelm II foi o primeiro estadista a conceder às universidades técnicas alemãs o direito de oferecer o doutorado. A cerimônia de outorga festiva foi realizada no átrio da universidade, anteriormente referida, em Berlim. Essa foi a primeira vez que os engenheiros puderam aproveitar formalmente dos mesmos direitos e privilégios de acadêmicos com a chamada formação clássica.

A instituição IES-ALE1, passou por um período muito difícil e que deixou muitas marcas devido ao passado nazista que existiu na Alemanha. A instituição teve a sua nova abertura em 1946, que não foi vista como uma "reabertura", mas como uma clara ruptura com o passado nazista. Esse fato também foi percebido pela nomenclatura, que foi estabelecida devido a instituição ser a primeira universidade técnica na Alemanha. Ao mesmo tempo, a missão educacional passa por uma redefinição: o foco agora estava na educação universal. As humanidades passaram a ser vistas como uma parte integrante da universidade orientada para a tecnologia e a pesquisa. Foi assim que surgiu a primeira universidade técnica na Alemanha com um certo elemento humanista em seu perfil. A IES-ALE1 está comprometida em unir a pesquisa tecnológica e a responsabilidade social até os dias de hoje.

Além do seu campus central no distrito de *Charlottenburg-Wilmersdorf*, a IES-ALE1 ainda possui duas outras grandes áreas de campus em Berlim. Um está localizado na área industrial histórica em *Wedding*, e o outro no local do gasômetro tradicional em *Schöneberg*. Além disso, a instituição tem laboratórios dispersos, unidades e pavilhões esportivos que se

situam em distintas localidades na cidade. No final de 2012, foi inaugurada a filial da instituição no Mar Vermelho em El Gouna, no Egito.

Com cerca de 33.500 estudantes e aproximadamente 100 programas de estudo e 40 institutos, a IES-ALE1 é considerada como uma instituição de renome internacional na capital alemã, no centro da Europa. Com um perfil aguçado, realizações notáveis em pesquisa e ensino, a boa qualificação de graduados e uma administração moderna são o foco de suas ações. A sua busca por conhecimento e progresso tecnológico é direcionada pelos princípios de excelência e qualidade.

A gama de serviços de suas unidades representa uma combinação única de ciências naturais e técnicas com planejamento, economia, ciências sociais e humanas. Dentre estas disciplinas, a instituição oferece cerca de 40 bacharelados e cerca de 60 programas de mestrado, sendo muitos destes exclusivos. Na região da capital, a IES-ALE1 é a única instituição a oferecer disciplinas de engenharia.

A forte área científica é a pesquisa básica nas Ciências Naturais da Química, Física e Matemática, bem como a fortificada pesquisa orientada para a inovação. Exemplos disso são a Engenharia Elétrica e a Ciência da Computação. Em todas essas áreas, a IES-ALE1 pode apresentar conquistas extraordinárias, apoiadas pela Iniciativa de Excelência do Governo Federal e da Fundação Alemã de Pesquisa, da União Europeia, da economia e do setor público, cujas equipes estão entre as primeiras no mundo. Uma clara indicação do seu desempenho, dinamismo e desenvolvimento é o aumento do financiamento de terceiros para os seus projetos de pesquisa, que passou de cerca de 125 milhões de euros em 2009 para cerca de 177,5 milhões de euros em 2015.

A instituição considera que os problemas fundamentais nas sociedades e nas ciências modernas não podem mais ser atribuídos a disciplinas individuais, uma vez que requerem tratamento transdisciplinar. Nessas interfaces, a IES-ALE1 vê o seu potencial futuro e a sua missão para tópicos inovadores de pesquisa e novos programas de estudo.

Na atual edição do *ranking* da revista *Times Higher Education* (THE), a instituição ocupa a 131ª colocação. Na Alemanha, o décimo terceiro lugar foi alcançado. Em comparação com as grandes instituições técnicas na Alemanha a 3ª colocação é apresentada novamente pelo *ranking*. A revista *Times Higher Education* (THE), como é conhecida, baseia-se nos cinco pilares do ensino, assuntos internacionais, financiamento de terceiros, pesquisa e

citações. Para a edição atual, 1258 instituições em todo o mundo foram examinadas, sendo 47 delas da Alemanha.

No tópico específico "*THE World University Rankings by subject*", a instituição foi capaz de estar no top 100 de instituições no mundo em dois grupos de assuntos: Engenharia e Ciências Técnicas (60) e Ciência da Computação (70). Ambos os grupos de indivíduos estão entre os dez primeiros lugares em uma comparação na Alemanha, em que Ciências Técnicas e de Engenharia estão no 4º lugar, e Ciência da Computação em 7º lugar.

▪ IES-ALE2

A segunda instituição de ensino superior participante do agrupamento acadêmico alemão foi fundada em 1829, e tornou-se efetivamente uma instituição de ensino superior em 1967: da escola de comércio à universidade de pesquisa internacional em dois séculos. A IES-ALE2 é uma instituição localizada em Stuttgart, na Alemanha. É uma das instituições alemãs mais avançadas nos domínios científico e tecnológico.

A IES-ALE2 é, ainda, uma das mais antigas universidades técnicas na Alemanha com programas altamente classificados em Engenharia Civil, Mecânica, Industrial e Elétrica. A instituição é especialmente conhecida por sua reputação nas áreas de Engenharia Automotiva avançada, Fabricação Industrial automatizada e eficiente, Engenharia de Processos, Engenharia Aeroespacial e custeio baseado em atividades. Provavelmente, em seu contexto histórico, o estudante de pós-graduação mais renomado da instituição foi Gottlieb Daimler, o inventor do automóvel.

Devido à crescente importância das Ciências Técnicas e da instrução nesses campos, a partir de 1876 a instituição ficou conhecida como um instituto de tecnologia. Em 1900, foi concedido o direito de oferecer doutorados nas disciplinas técnicas. O desenvolvimento dos cursos na instituição levou à sua renomeação em 1967 para o atual nome que hoje se dá à IES-ALE2. Com essa mudança de nome, surgiram novos campos, como a história da Ciência e da Tecnologia, as Ciências Sociais, e a extensão das existentes, como a História e a História da Arte. Desde o final da década de 1950, uma parte da instituição está localizada no subúrbio de *Stuttgart-Vaihingen*. A maioria dos assuntos técnicos (Engenharia, Ciência da Computação, entre outros) está localizada em *Vaihingen*, enquanto as Ciências Humanas,

Ciências Sociais, Arquitetura e tópicos semelhantes, ainda estão localizados no campus do centro da cidade.

A IES-ALE2 é uma universidade pioneira tecnicamente orientada na Alemanha com uma reputação mundial. A instituição se vê como uma universidade *hub*, com destaques também na área industrial de pesquisa, bem como uma garantia de qualidade orientada para a investigação holística no ensino. O *Stuttgarter Weg* representa a integração interdisciplinar da Engenharia, Ciências Naturais, Humanidades e Ciências Sociais com base em pesquisa disciplinar de primeira classe. Com mais de 150 programas de graduação e cerca de 26.000 alunos, a instituição tem um financiamento externo de 190 milhões de euros. Quase 5.600 ou aproximadamente 20% dos seus estudantes vêm do exterior.

A instituição é especializada em disciplinas físicas e técnicas e oferece, além das disciplinas das áreas já mencionadas, numerosos programas nas áreas de Engenharia Aeroespacial, Linguística Computacional, Eletromobilidade, Engenharia da Energia, Engenharia do Transporte, Mecatrônica, Tecnologia de Simulação e Informática. Além disso, a IES-ALE2 realiza importantes pesquisas nas áreas de Meio Ambiente e Energia, *Design* de Produtos Integrados, Organização da Produção, bem como Tecnologia de Modelagem e Simulação.

A IES-ALE2 está consistentemente classificada entre as melhores universidades do mundo em várias pesquisas internacionais, como o Ranking Acadêmico de Universidades Mundiais e o *Times Higher Education Supplement*, que avaliam universidades em todo o mundo. A partir de 2017, a IES-ALE2 foi classificada em 79º lugar no mundo no campo de Engenharia e Tecnologia, de acordo com a *QS World University Rankings*. A instituição é uma das melhores universidades nas áreas de Engenharia Mecânica, Aeronáutica e de Fabricação (42ª colocação mundial e 3ª melhor da Alemanha) e foi ainda classificada várias vezes como uma das melhores universidades de Engenharia da Alemanha.

Além destes destaques, cinco programas de estudo da instituição foram nomeados no grupo principal do *CHE-Hochschulranking 2018* na categoria “Apoio no início dos estudos”. Em termos de qualificações finais, a IES-ALE2 apresenta um desempenho muito convincente em que três programas de estudo também receberam uma excelente classificação na categoria “Recebendo um diploma dentro de um prazo razoável”. No *ranking* da *World University* de 2019, a instituição ficou em 94º lugar no campo de Engenharia e Tecnologia entre mais de

1100 das melhores universidades do mundo, destacando-se firmemente no primeiro trimestre do ano.

▪ IES-ALE3

A terceira instituição alemã participante é a IES-ALE3, um instituto que foi fundado em 1976 também na cidade de Berlim e conduz pesquisa e desenvolvimento aplicados para toda a cadeia de processo das empresas de manufatura que vão desde o desenvolvimento de produtos até o processo de produção, manutenção de bens de capital e reciclagem de produtos. Além disso, a instituição transfere soluções de tecnologia de produção também para aplicações não industriais, como nas áreas de medicina, trânsito e segurança. Em síntese, a IES-ALE3 atua nas seguintes áreas de negócios: Gestão Corporativa, Desenvolvimento de Produtos Virtuais, Sistemas de Produção, Tecnologia de Junção e Revestimento, Tecnologia de Automação, Gerenciamento de Qualidade, Tecnologia Médica, e, Engenharia de Tráfego. Com 40 anos de excelência em ciência da produção, a instituição persegue o objetivo de conciliar considerações econômicas com as máximas de sustentabilidade, compatibilidade ambiental e eficiência de recursos.

A IES-ALE3 além de ser uma instituição de ensino superior, ela atua como um instituto de uma fundação maior e tradicional na Alemanha, adaptando o trabalho em P&D realizado às necessidades e exigências de seus clientes e parceiros. Com a sua orientação de mercado e alto valor no mundo real, a P&D ajudam a aguçar a sua vantagem competitiva de longo prazo. Então, a instituição trabalha em ensino, P&D, projetos com parcerias internacionais que são orientados à satisfação de uma necessidade real, nas devidas áreas anteriormente referidas. A IES-ALE3 desenvolve novas soluções voltadas para o futuro e moderniza, aperfeiçoa e estende as tecnologias e aplicações existentes. Além da pesquisa por contrato, a instituição também conduz projetos de pesquisa pré-competitiva para desenvolver conceitos inovadores para a produção de amanhã, trabalhando em estreita colaboração com os seus parceiros para transformar as inovações básicas em produtos comercializáveis.

Quanto à sua localização, a instituição divide a mesma localidade que a IES-ALE1, no distrito de *Charlottenburg*, em Berlim. Ambas as instituições estão ligadas por estreitos laços de cooperação desde que a IES-ALE3 foi fundada. Isso alavanca o centro de tecnologia de produção quanto à inovação científica, desde a pesquisa básica e a expertise orientada para aplicações de tecnologias prontas para uso. Isso significa, por exemplo, que os resultados da

pesquisa universitária podem ser eficientemente preparados para a prática operacional pelo desenvolvimento conjunto de protótipos entre as instituições.

Outro parceiro próximo da IES-ALE3 é o Instituto Federal de Pesquisa e Teste de Materiais (BAM). A cooperação com o BAM não significa apenas a utilização conjunta das mesmas instalações técnicas, mas também permite que os clientes e parceiros se beneficiem de serviços de consultoria na junção de tecnologias que levam em conta tanto questões econômicas quanto aspectos de segurança.

Em relação à infraestrutura da instituição, esta tem uma boa estrutura predial, de recursos físicos e tecnológicos. Com a inauguração do Centro de Aplicação de Tecnologia de Microprodução (AMP) em novembro de 2011, o Centro de Tecnologia de Produção agora ocupa um espaço total de 9500 m², além de numerosos laboratórios especializados que complementam uma área central de testes de aproximadamente 3200 m².

Em 2014, a IES-ALE3 tinha uma equipe total de 151 pessoas, não incluindo os 248 alunos e os assistentes de pós-graduação que são contratados. O orçamento global para a instituição em 2016 foi de 19,8 milhões de euros, dos quais 76,9% foram autofinanciados e 31,1% vieram da indústria. Aproximadamente 5,8 milhões de euros vieram de pesquisa contratual da indústria e 8,6 milhões de euros de projetos financiados pelo governo, e ainda 1.453.247 euros vieram de programas de pesquisa da instituição.

▪ IES-ALE4

As raízes da quarta e última instituição de ensino superior alemã datam de 1852, quando escola dinamarquesa com ênfase em navegação foi fundada. Este fato estabelece a base para o que é uma parte firme da identidade da IES-ALE4 ainda hoje: havia e ainda existe uma conexão próxima entre a instituição, a sua região e o seu povo. A cidade de Flensburg e a indústria local moldaram a instituição, os programas de graduação e as atividades de pesquisa: a ampla gama de campos que instituição oferece em ensino e pesquisa inclui Tecnologias Marítimas, Negócios e Energia, bem como Biotecnologia, Engenharia e Comunicação.

A IES-ALE4 é uma universidade vocacional de ensino superior e pesquisa aplicada localizada na cidade de Flensburg, no Estado Federal de *Schleswig-Holstein*. É a instituição mais setentrional da Alemanha situada a cerca de 7 quilômetros ao sul da fronteira dinamarquesa no Fiorde de Flensburg, no Mar Báltico.

A instituição tem cerca de 4.000 alunos no campus de Flensburg. Todos os docentes da instituição têm um histórico de trabalho na indústria, desta forma os alunos se beneficiam dessa experiência de trabalho real em aulas orientadas para a aplicação. Como uma instituição de Ciências Aplicadas, essas raízes na aplicação e na indústria são uma parte relevante da identidade da instituição e se estendem a ensino e estudos, bem como a projetos de estudo e pesquisa.

Devido à longa tradição que vem com a IES-ALE4, esta estabelece parcerias e redes que vão muito além das fronteiras de sua região. A instituição participa de inúmeros projetos de pesquisa que exploram abordagens inovadoras e definem padrões. Trabalhar além das fronteiras, assim como entre disciplinas, faz parte do trabalho diário em projetos, institutos e centros de pesquisa. A pesquisa realizada na IES-ALE4 é alimentada pelas pessoas por trás, bem como pelo ambiente em que estas trabalham. Os estudantes, professores e pesquisadores trabalham em laboratórios de última geração, instalações de testes e simulação.

A instituição valoriza as raízes de sua região e pretende transmitir esse senso de pertencimento e estabilidade aos seus alunos. Também procuram abordagens inovadoras, parcerias e projetos e fornece aos seus alunos o que eles precisam para aumentar os seus conhecimentos. A IES-ALE4 adota a abordagem de “Enraizada, mas crescente” para os estudos, o ensino, a pesquisa, bem como as parcerias nacionais e internacionais.

A preocupação com o amanhã, hoje, é própria da instituição. Os seus programas de graduação, projetos de pesquisa e parcerias têm um forte foco em encontrar respostas para as questões do futuro. A instituição tem como objetivo qualificar os seus alunos para carreiras de sucesso e dar-lhes as raízes que lhes permitam subir. Desempenhando também um papel ativo na construção de um futuro brilhante para a sua região e além.

A instituição com ênfase em Ciências Aplicadas está no topo da Alemanha - tanto geograficamente, como em vários *rankings* universitários. Isto é refletido pelo número de alunos que cresceram 100% ao longo da última década. Atualmente, a instituição tem cerca de 4.200 alunos matriculados em programas de graduação focados principalmente nas áreas de Engenharia e Economia.

4.3 Caracterização dos participantes empresariais brasileiros

Neste tópico são caracterizados os participantes empresariais que constituem o setor empresarial brasileiro, tanto os colaboradores quanto as respectivas empresas nas quais estes desempenham o seu trabalho. Os colaboradores participantes são ao todo sete, da mesma forma que é sete o número de empresas participantes.

4.3.1 Colaboradores brasileiros participantes

Todos os colaboradores brasileiros participantes no agrupamento empresarial possuem a característica comum a todos: desempenham o seu trabalho em uma empresa com boas iniciativas relacionadas à indústria 4.0. O primeiro colaborador, o COL-BRA1, tem 52 anos, é especialista, com formação na área de Engenharia. Atualmente a sua ocupação profissional é como Diretor, e a sua respectiva área de ocupação profissional é em Consultoria. O tempo de carreira profissional deste primeiro colaborador é de 33 anos.

O segundo colaborador participante, o COL-BRA2, tem 36 anos, é especialista na área da Quarta Revolução Industrial e *Open Innovation* no setor industrial. A sua atual ocupação profissional é como *Chief Executive Officer* (CEO), principalmente na área de Fundo de Investimento. O COL-BRA2 tem 19 anos de carreira profissional.

O próximo colaborador é o COL-BRA3, que tem 43 anos e é doutor na área de Engenharia de Produção e Sistemas. A sua ocupação profissional é como Fundador e Diretor de empresa privada. A área de sua ocupação é em Engenharia de Sistemas. Este terceiro colaborador tem 20 anos de experiência profissional.

O colaborador COL-BRA4 tem 39 anos, é mestre na área de Engenharia de Controle e Automação. Este colaborador tem como ocupação profissional o trabalho como Diretor de uma empresa de tecnologia, cargo comum aos três primeiros colaboradores participantes. A área de sua ocupação profissional é em Tecnologia de *Software* para a indústria. O tempo de carreira profissional deste colaborador é de 16 anos.

O colaborador subsequente é o COL-BRA5, que tem 40 anos e é estudante de doutorado na área da Indústria 4.0. Atualmente a sua ocupação profissional é como Consultor. As áreas de sua ocupação profissional atual são Comercial e *Business Development*. O COL-BRA5 tem 25 anos de tempo de carreira profissional.

O próximo colaborador participante, o COL-BRA6 é o mais novo do agrupamento empresarial brasileiro, tendo 28 anos. É mestre na área de Engenharia de Produção e Manufatura. A sua ocupação profissional atual é como Engenheiro, na área de Vendas Técnicas. Este participante tem 6 anos de carreira profissional.

O último colaborador integrante do agrupamento empresarial é o COL-BRA7, que tem 41 anos e é estudante de mestrado na área de Engenharia. Atualmente a sua ocupação profissional é como Gerente de Engenharia da Indústria, na área industrial. O COL-BRA7 tem como tempo de carreira profissional 20 anos. A Tabela 16 apresenta a síntese do perfil de cada colaborador participante do agrupamento empresarial brasileiro.

Tabela 16 - Caracterização dos colaboradores empresariais brasileiros.

Caracterização dos participantes empresariais brasileiros								
Código do Colaborador	Idade	Nacionalidade	Titulação	Área da Titulação	Ocupação Profissional	Área da Ocupação Profissional	Código da Empresa	Tempo de Carreira Profissional
COL-BRA1	52 anos	Brasileiro	Especialista	Engenharia	Diretor	Consultoria	EMP-BRA1	33 anos
COL-BRA2	36 anos	Brasileiro	Especialista	- Quarta Revolução Industrial - <i>Open Innovation</i> no setor industrial	<i>Chief Executive Officer</i> (CEO)	Fundo de Investimento	EMP-BRA2	19 anos
COL-BRA3	43 anos	Brasileiro	Doutor	Engenharia de Produção e Sistemas	Fundador e Diretor de empresa privada	Engenharia de Sistemas	EMP-BRA3	20 anos
COL-BRA4	39 anos	Brasileiro	Mestre	Engenharia de Controle e Automação	Diretor de empresa de tecnologia	Tecnologia de <i>Software</i> para a indústria	EMP-BRA4	16 anos

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 16 - Caracterização dos colaboradores empresariais brasileiros (continuação).

Caracterização dos participantes empresariais brasileiros								
Código do Colaborador	Idade	Nacionalidade	Titulação	Área da Titulação	Ocupação Profissional	Área da Ocupação Profissional	Código da Empresa	Tempo de Carreira Profissional
COL-BRA5	40 anos	Brasileiro	Estudante de Doutorado	Indústria 4.0	Consultor	- Comercial - <i>Business Development</i>	EMP-BRA5	25 anos
COL-BRA6	28 anos	Brasileiro	Mestre	Engenharia de Produção e Manufatura	Engenheiro	Vendas Técnicas	EMP-BRA6	6 anos
COL-BRA7	41 anos	Brasileiro	Estudante de Mestrado	Engenharia	Gerente de Engenharia da Indústria	Indústria	EMP-BRA7	20 anos

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3.2 Empresas brasileiras participantes

Neste tópico são apresentadas as empresas constituintes do setor empresarial brasileiro. Assim como a quantidade de seus respectivos colaboradores, tais empresas são ao todo, sete, de modo que cada empresa participante corresponde a um único colaborador.

▪ EMP-BRA1

A EMP-BRA1, situa-se na cidade de São Paulo, fundada no ano de 1979, evidencia sua experiência nos mais de 1100 projetos desenvolvidos. Atua em técnicas de administração com foco em *Suplly Chain Management*, que envolve desde o diagnóstico de empresas, elencando seus pontos fortes e fracos, nas propostas de melhorias, em planejamento detalhado, na execução de projeto, no treinamento de pessoas, e, processos de operação. Oferece os seus serviços a diversos setores: atacado e varejo, alimentício, automobilístico, construção, calçados, gráfica e editora, higiene e cosméticos, máquinas e equipamentos, fertilizantes e defensivos, minerário, metalúrgico e siderúrgico, móveis, papel e celulose, plásticos, vidros, telecomunicações, têxtil transporte, serviços.

Esta empresa desenvolve seu trabalho com base no entendimento da estratégia logística do cliente, considerando 5 etapas que envolvem desde a fase de desenvolvimento até a implementação do projeto.

- Planejamento: relaciona táticas logísticas, localização, distribuição, mensuração de estoques até tecnologia de informação aplicada.
- Ideia e Projeto Básico: envolve o estudo de fluxos, equipamentos, mensuração de recursos (áreas, equipamentos e pessoas).
- Projeto Logístico: compreende a integração do layout, métodos, ergonomia, plano diretor.
- Produtividades e custos: evidencia a gestão de organização, os indicadores de desempenho, gestão *Lean*.
- Implementação: envolve a possibilidade de terceirização e gerenciamento de projetos.

A EMP-BRA1 fundou um instituto que tem relação direta com os seus serviços prestados, apresenta mais de 400 publicações técnicas, mais de 250.000 livros vendidos, mais de 1000 artigos técnicos, estudos de caso e *white papers*.

▪ EMP-BRA2

A EMP-BRA2 fundada no ano de 2016 trata-se de uma *Venture Builder* que transformou em uma comunidade que abrangem vários tipos de colaboradores como empreendedores, *designers*, engenheiros, cientistas, desenvolvedores de negócios que apresentam enfoque no desenvolvimento de tecnologias avançadas para a Indústria 4.0.

Esta empresa é parceira de grandes corporações, *startups*, e tem apoio de investidores, seu principal foco é a criação de equipamentos, máquinas, *hardware*, *software*, materiais com o uso de tecnologias modernas como, por exemplo, a impressão 3D, realidade aumentada, automação industrial, nanotecnologia, biotecnologia. Atua em diversos setores: agronegócio, atividades minerárias, indústria metalúrgica, setor de energia, mobilidade, construções inteligentes.

▪ EMP-BRA3

A EMP-BRA3 foi fundada no ano de 2007, em Aparecida de Goiânia, e é baseada em pensamento sistêmico, ciência e engenharia de sistemas atuante na escala internacional em alteração evolutiva de empresas. A empresa abrange P&D, instrumentalização e assessora processos de transformação organizacional, sendo um agente organizador nos ciclos de aprendizagem.

A EMP-BRA3 mantém posição na parceria de projetos de alto impacto, abrangendo os de maior escala e os mais complexos quanto à integração entre os setores industrial, acadêmico e governamental.

▪ EMP-BRA4

Fundada no ano de 1984, localizada na cidade de São Paulo, a EMP-BRA4 foi criada por um grupo de profissionais que verificou na época uma oportunidade na área de desenvolvimento de *software*. Os primeiros produtos gerados foram aplicados no mercado de serviços, nos segmentos de finanças e publicidade. No ano de 1996, a empresa investiu em estratégia de diversificação, assim começou atuar como fornecedora de solução na área de automação industrial.

Atualmente, enquadra-se como referência em novas tecnologias, produtos e serviços para automação industrial e gestão da produção, propondo soluções diferenciadas que abordam desde o chão de fábrica até o ambiente organizacional. A EMP-BRA4 está sempre na busca por melhoramento de tecnologias, na mesclagem de *softwares* e serviços que apresentem novas possibilidades.

▪ EMP-BRA5

A EMP-BRA5 foi fundada em 2010, na cidade de Betim, no estado de Minas Gêrias, e possui investidores israelenses. Por meio de consultoria visa fornecer soluções a vários profissionais e empresas indicando o que deve ser alterado para obter um melhoramento no processo industrial e/ou administrativo com a finalidade de conseguir atingir um nível elevado de desempenho, como por exemplo, aumentar a performance no sentido de capacidade, produção, custos, giros de estoque, produtos disponíveis e receita, utilizando a aplicação dos princípios de gestão *Lean*, Pesquisa Operacional e Engenharia Industrial.

De acordo com o ranking da *100 Open Startups* para indústrias, atualmente a EMP-BRA5 está classificada como a 3ª *startup* mais atrativa. Em 2016, recebeu premiação da Siemens e da Câmara de Comércio da Alemanha, por apresentar a melhor proposta de Fábrica Digital.

▪ EMP-BRA6

A EMP-BRA6 foi fundada no ano de 1954, em São Paulo, atualmente atua em 15 locais diferentes no país. O seu principal objetivo é oferecer inovações para melhorar a qualidade de vida no mundo.

É considerada uma empresa de destaque por oferecer tecnologia e serviços a diversos seguimentos, sendo eles: automobilístico; ferramentas elétricas; construção; termotecnologia; agronegócio; mineração; máquinas de embalagem; e tecnologias industriais. Em 2018, o valor líquido faturado pela empresa foi de R\$ 5.3 bilhões de reais, o número de pessoas empregadas corresponde cerca de 8.294.

As operações da EMP-BRA6 se divide em quatro setores, sendo eles: Alternativas para Mobilidade; Tecnologia Industrial; Bens de Consumo e Energia; e Tecnologia Predial. A

empresa se sobressai na tecnologia de IoT, oferecendo soluções de inovação para edificações e cidades inteligentes, mobilidade e indústria integradas. A empresa usa sua experiência em tecnologia, bem como, sua própria nuvem de IoT para disponibilizar diversas soluções por meio de uma única fonte para os seus clientes conectados.

▪ EMP-BRA7

A EMP-BRA7 foi fundada na cidade de São Paulo no ano de 1969. Atualmente, consiste na maior multinacional do Brasil no setor de cosméticos, possuindo um número de 6600 colaboradores. Além de atuar no Brasil, sustenta operações próprias em sete países, sendo: Argentina, Chile, Colômbia, Estados Unidos, França, México e Peru.

Em 2018, a sua interface de vendas *online* foi escolhida como o melhor *e-commerce* do Brasil, pois extrapola 5 milhões de clientes registrados. No mesmo ano, foi classificada como 14ª empresa mais sustentável em âmbito mundial, de acordo com o *ranking* da Companhia de Mídia e Pesquisa *Corporate Knights* do Canadá.

A empresa vem avançando com o processo de digitalização sem restringir apenas as vendas por relações. Está focada no investimento de soluções de *Big Data* e *Machine Learning*, em um sistema baseado em IoT que permite verificar cenários com o intuito de melhorar o desempenho de produção, além da aplicação teste de realidade aumentada que permite estimular a produtividade dos colaboradores nas unidades de operação.

Ressalta-se que em 2018 a empresa investiu em um robô que começou a executar o envase de produtos, atuando nas etapas de inserção de tampas e válvulas, atividades que dependem de esforço repetitivo que apresentam risco de doença ocupacional para os colaboradores. O processo de robotização alcançou também à Central de Serviços Compartilhados (CSC), assim, cinco robôs começaram a operar e cinco colaboradores foram capacitados para manuseá-los, como resultado obteve-se 37 mil transações efetuadas com sucesso.

4.4 Caracterização dos participantes empresariais alemães

Assim como o setor empresarial brasileiro, o setor alemão também é constituído por sete colaboradores participantes que desempenham o seu trabalho em sete empresas distintas

entre si, de forma que cada colaborador trabalha em uma empresa diferente. O tópico subsequente apresenta a caracterização de cada colaborador em si.

4.4.1 Colaboradores alemães participantes

O agrupamento de colaboradores alemães, assim como o agrupamento brasileiro tem a relevante característica de que as empresas na qual trabalham possuem iniciativas consideráveis relacionadas à indústria 4.0. A primeira participante do agrupamento alemão é a COL-ALE1, que tem 48 anos e é doutora na área de Engenharia Industrial. Atualmente a sua ocupação profissional é como Gerente Sênior de Análise Avançada de Negócios, e sua respectiva área de atuação é em *Big Data e Analytics*. Esta participante tem 23 anos de tempo de carreira profissional.

O segundo participante, o COL-ALE2, tem 30 anos e é mestre na área de Engenharia Mecânica. A sua atual ocupação profissional é como *Chief Executive Officer* (CEO). A área de sua ocupação profissional é em Impressão 3D de Metal. O tempo de carreira profissional do COL-ALE2 é de 8 anos.

O próximo colaborador é o COL-ALE3 que tem 44 anos e é especialista na área de Administração e Contabilidade. A sua ocupação profissional é como Executivo de Vendas Corporativas, e a área de sua ocupação profissional é em Gerência de Contas. Este participante tem 22 anos de carreira profissional.

O quarto participante do agrupamento empresarial alemão é o COL-ALE4. Tendo 48 anos, é mestre na área de Engenharia Industrial. A sua atual ocupação profissional é como Diretor Geral, e a sua respectiva área de ocupação profissional é como Proprietário de Academia de Treinamento. O COL-ALE4 tem 22 anos de tempo de carreira profissional.

Outro participante empresarial é o COL-ALE5 que tem 57 anos, é mestre na área de Engenharia Mecânica. Atualmente a sua ocupação profissional é como Diretor de Soluções em Inovação, e a sua área de ocupação profissional é em Laboratórios de TI da EMP-ALE5. Este colaborador tem 35 anos de carreira profissional.

O penúltimo participante empresarial alemão é o COL-ALE6 que tem 55 anos e é estudante de doutorado na área de Economia e Administração, sendo também Engenheiro Mecânico e de Produção/Industrial. A ocupação profissional que hoje este participante

desempenha é como Acionista Majoritário e *Chief Executive Officer* (CEO), a área de sua ocupação profissional é a industrial, com o fornecimento de sistemas virtuais. Este participante tem 31 anos de carreira profissional.

Finalizando o agrupamento empresarial alemão, o COL-ALE7 é o último participante. Este tem 47 anos e é doutor na área de Neurociência. A atual ocupação profissional deste participante é como Consultor Sênior na área de Inteligência Artificial. O COL-ALE7 tem 20 anos de tempo de carreira profissional. A Tabela 17 apresenta a síntese do perfil de cada um dos colaboradores participantes do agrupamento empresarial alemão.

Tabela 17 - Caracterização dos colaboradores empresariais alemães.

Caracterização dos participantes empresariais alemães								
Código do Colaborador	Idade	Nacionalidade	Titulação	Área da Titulação	Ocupação Profissional	Área da Ocupação Profissional	Código da Empresa	Tempo de Carreira Profissional
COL-ALE1	48 anos	Alemã	Doutora	Engenharia Industrial	Gerente Sênior de Análise Avançada de Negócios	<i>Big Data e Analytics</i>	EMP-ALE1	23 anos
COL-ALE2	30 anos	Alemão	Mestre	Engenharia Mecânica	<i>Chief Executive Officer (CEO)</i>	Impressão 3D de Metal	EMP-ALE2	8 anos
COL-ALE3	44 anos	Alemão	Especialista	- Administração - Contabilidade	Executivo de Vendas Corporativas	Gerência de Contas	EMP-ALE3	22 anos
COL-ALE4	48 anos	Alemão	Mestre	Engenharia Industrial	Diretor Geral	Proprietário de Academia de Treinamento	EMP-ALE4	22 anos

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 17 - Caracterização dos colaboradores empresariais alemães (continuação).

Caracterização dos participantes empresariais alemães								
Código do Colaborador	Idade	Nacionalidade	Titulação	Área da Titulação	Ocupação Profissional	Área da Ocupação Profissional	Código da Empresa	Tempo de Carreira Profissional
COL-ALE5	57 anos	Alemão	Mestre	Engenharia Mecânica	Diretor de Soluções em Inovação	Laboratórios de TI	EMP-ALE5	35 anos
COL-ALE6	55 anos	Alemão	Estudante de Doutorado	- Economia e Administração - Engenharia Mecânica - Engenharia de Produção/Industrial	- Acionista Majoritário - <i>Chief Executive Officer</i> (CEO)	- Industrial - Fornecimento de Sistemas Virtuais	EMP-ALE6	31 anos
COL-ALE7	47 anos	Alemão	Doutor	Neurociência	Consultor Sênior	Inteligência Artificial	EMP-ALE7	20 anos

Fonte: Elaborado pela autora.

4.4.2 Empresas alemãs participantes

Neste tópico são apresentadas as empresas constituintes do setor empresarial alemão. Assim como a quantidade de seus respectivos colaboradores, tais empresas são ao todo, sete, assim, cada empresa participante corresponde a um único colaborador.

▪ EMP-ALE1

A empresa EMP-ALE1 foi fundada em 1865 na cidade de Mannheim, é precursora da área química, considerada a maior empresa do setor químico do mundo, com mais de 390 unidades de produção, situadas em mais de 80 países.

A empresa emprega mais de 39.000 pessoas em sua sede, esta unidade de produção e pesquisa proporciona várias oportunidades de ingresso, assim como, alternativas de desenvolvimento e carreira. A cada ano é concedido a 1.000 jovens a possibilidade de treinamento qualificado por uma equipe multidisciplinar de mais de 40 profissionais. Neste contexto, a empresa avança em âmbito internacional com implementações de tecnologias aplicadas e P&D.

A EMP-ALE1 está promovendo o aumento da eficácia de suas indústrias e de seus processos de produção por meio da utilização de tecnologias e dados digitais, como o emprego de dispositivos móveis, para ter acesso às informações importantes no decorrer do trabalho. A empresa defende que a associação dos negócios com os processos de produção proporciona de forma mais rápida melhores tomadas de decisão.

▪ EMP-ALE2

A empresa EMP-ALE2 localizada no município de Tamm, no estado Baden-Württemberg, é uma *startup* que atua no setor de engenharia mecânica e/ou industrial, criada no ano de 2019, que desempenha suas funções voltadas na área de manufatura aditiva. A EMP-ALE2 é engajada no desenvolvimento, produção e distribuição de impressoras 3D de metal, bem como soluções de *software* e serviços.

▪ EMP-ALE3

A EMP-ALE3 é uma empresa de engenharia fundada no ano de 1847 em Berlim, que dá aporte à inovação de produtos e serviços das empresas de todos os setores no mundo. As soluções de inovação sugeridas têm como finalidade aprimorar os processos considerando inicialmente as etapas de planejamento e desenvolvimento avançando para a manufatura e o ciclo de vida do produto.

Há mais de 50 anos, a empresa está à frente quando se considera inovação tecnológica nos setores de engenharia e indústria. A EMP-ALE3 apresenta um total de mais de 24.000 profissionais que desenvolvem tecnologia de inovação digital, o valor adquirido com a implementação da tecnologia é resultante da integração entre clientes, parceiros e universidades ao redor de todo mundo.

Para a EMP-ALE3, a empresa digital dos próximos anos será conhecida pela utilização eficiente das tecnologias.

▪ EMP-ALE4

A empresa EMP-ALE4 foi fundada no ano de 2007 com o intuito de fornecer a seus clientes a experiência de gerenciamento. Trata-se como missão capacitar colaboradores para implementação correta de projetos. Como exemplo de treinamentos realizados por esta empresa cita-se: Aplicabilidade da digitalização ao seu negócio; alteração de modelo de negócio; métodos ágeis no desenvolvimento de produtos; inserção de inovação como vantagem competitiva; gestão de relacionamento com fornecedores; gestão de *commodities*.

▪ EMP-ALE5

A EMP-ALE5, desde a sua fundação em 1937 é uma das fabricantes de veículos com números mais expressivos, seus veículos são distribuídos para 14 países em mais de 150 mercados. Em 2018, obteve um novo recorde de entrega com 6,2 milhões de veículos no mundo.

Em 2023, a EMP-ALE5 planeja um investimento de quatro bilhões de euros em projetos de digitalização, mais especificamente nas áreas de administração e produção, com evidência para pelo menos 2.000 novos empregos.

A empresa simplificará as etapas executadas na produção, devido ao seu aprimoramento na área da tecnologia de informação, que proporcionará o aceleramento nos seus processos, pela implementação de métodos de trabalhos ágeis, processos aperfeiçoados e digitalização.

Até 2023 a EMP-ALE5 aumentará a sua produtividade em 5% ao ano, considerando novos investimentos na Indústria 4.0. Com a introdução da digitalização, os trabalhadores passarão por um processo de qualificação, com isso, o orçamento de qualificação da empresa passará de 60 milhões para cerca de 160 milhões de euros.

▪ EMP-ALE6

A EMP-ALE6 foi fundada em 2004, o seu ramo de atuação é a produção e venda de objetos em metal e plástico, além de conjuntos e sistemas mecânicos. A empresa apresenta a certificação conforme a ISO 9001:2015, assegurando que as normas ambientais e de materiais são seguidas.

A empresa é engajada na fabricação de pequena e grande escala, a mesma defende que seus esforços abrangem todas as áreas de seus negócios, a começar pela elaboração de cotações, seguido de recomendações especializadas na etapa de desenvolvimento do produto, avançando para a geração de protótipos e a entrega do produto final.

A EMP-ALE6 verificou que não é o bastante os clientes receberem peças individuais de seus fornecedores. Nesta condição, a empresa criou de forma rápida capacidades, com a intenção de relacionar componentes individuais por meio de processos de produção adequados, para atuar tanto na Alemanha como também em outros países da Europa. Dessa forma, um dos seus serviços prestados é a implementação de sistemas de tecnologia gerenciais.

▪ EMP-ALE7

A EMP-ALE7 trata-se da empresa mais antiga na fabricação de automóveis e veículos comerciais da Alemanha e do mundo, fundada em 1924. Esta produz automóveis, caminhões, ônibus, inclusive os seus próprios motores. Está avançando de forma sistematizada para a obtenção da produção totalmente em rede. Houve a inserção de inúmeros procedimentos

inovadores na empresa, por exemplo, impressão em 3D ou realidade virtual. Também o relacionamento com os clientes tornou-se inteligente, ao mencionar as vendas digitais, pois das inovações mais recentes lançadas pela empresa torna-se possível ao cliente especificar por meio de um aplicativo que permite a conectividade, suas preferências em termos de lazer e estilo de vida, por exemplo, e receber uma proposta de um modelo da marca, que certamente encaixa com o seu perfil.

No ano de 1997, esta empresa fundou uma consultoria na cidade de Leinfelden-Echterdingen, a qual recebeu a premiação da melhor consultoria do ano de 2018. Sua missão resume-se em capacitar pessoas e organizações com visão na mobilidade para o futuro, no varejo futuro e na mudança digital. Atuando especificamente no gerenciamento de negócios ao desempenho digital, vendas e pós-vendas, além da conectividade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são analisados e discutidos os resultados alcançados com a realização da pesquisa. O primeiro tópico refere-se à análise e discussão das percepções do setor acadêmico brasileiro e alemão em relação às indagações intrínsecas às categorias de análise atribuídas no trabalho. Já o segundo tópico inclui a análise e argumentação das percepções do setor empresarial brasileiro e alemão quanto às questões que compõem as categorias de análise elencadas. Por fim, o último tópico é pertinente à análise contrastante das percepções de ambos os setores, acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha a respeito do trabalho humano na indústria 4.0, incluso nas questões que constituem as categorias de análise estabelecidas.

5.1 Análise das percepções do setor acadêmico brasileiro e alemão

No presente tópico são analisadas as percepções do setor acadêmico, dos países Brasil e Alemanha, obtidas como afirmações no instrumento de coleta de dados quanto ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, tema distribuído em questões que constituem as categorias de análise “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”, “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”, “Recursos Humanos”, “Estrutura Organizacional Hierárquica”, “Educação para Colaboradores 4.0”, e, “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”.

O Gráfico 1 apresenta as percepções obtidas do setor acadêmico brasileiro e alemão quanto às indagações efetuadas referentes à categoria “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”. Percebe-se que o nível 5, afirmado pelos profissionais acadêmicos alemães, representa a maior concordância entre todas as indagações feitas na categoria. Este nível atribui-se à plena concordância alemã quanto ao ponto A, que refere-se à questão afirmativa de que a indústria 4.0 é um modelo parcialmente novo, que embora tenha características inovadoras, as suas tecnologias já existiam anteriormente nas indústrias, de forma que o que muda na nova indústria é a conectividade entre estas. Para este mesmo ponto A, os profissionais acadêmicos brasileiros assumiram uma posição de neutralidade, com nível 3 na escala, o que significa que eles não concordam nem discordam da afirmação. Assim, às percepções acadêmicas alemãs afirmam que os colaboradores da indústria 4.0 devem lidar com um ambiente industrial que em partes é novo, com tecnologias inovadoras já conhecidas na indústria, porém com maior

integração entre estas, enquanto que o setor acadêmico brasileiro não é concordante nem discordante da afirmação realizada.

Gráfico 1 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O ponto B na categoria analisada refere-se aos desafios identificados para o estabelecimento de uma indústria 4.0, os quais são apresentados como os mais destacantes o seu custo econômico e financeiro, bem como a ausência de apoio governamental. Os níveis verificados para esta afirmação, foram 3 e 3,5 para o Brasil e a Alemanha, de forma respectiva. Isto significa que os profissionais acadêmicos do Brasil mantiveram-se neutros, não concordando nem discordando da afirmação, enquanto os profissionais acadêmicos alemães apresentaram um viés à concordância. Para este ponto o setor acadêmico dos dois países assumiu uma posição de não saberem ao certo o quão estes desafios serão impactantes para o estabelecimento de uma indústria 4.0. Na perspectiva do trabalho humano, se os profissionais tivessem concordado com a afirmação, o fator custo e apoio poderiam fazer com que o trabalho das pessoas não fosse inicialmente reduzido ou substituído, sendo então, uma mão-de-obra, ainda, mais conveniente.

O ponto C foi o que recebeu a maior concordância dos profissionais brasileiros nesta categoria, apurando-se o nível 4,5, e os profissionais alemães quanto ao mesmo ponto, atribuíram o nível 4 de concordância. O ponto em questão refere-se à alta produtividade como um dos fatores mais destacantes da indústria 4.0 devido aos seus recursos disponíveis humanos, físicos e tecnológicos, à capacidade de mudança e o solucionamento de problemas de forma ágil. Neste contexto, de forma intrínseca, os profissionais concordam que o trabalho das pessoas é um dos fatores da alta produtividade na indústria 4.0, afirmando ainda duas competências que as pessoas necessitarão ter: a capacidade de lidar com as mudanças no ambiente, e, solucionar rapidamente os problemas que surgirem. Ainda espera-se, a interação frequente H2M, entre pessoas e recursos físicos e tecnológicos.

A indústria 4.0 como um modelo verdadeiro de manufatura sustentável representa o ponto D, e este é apurado com níveis respectivos de 3,5 e 4 para o Brasil e para a Alemanha. Neste ponto os profissionais acadêmicos alemães afirmam que a indústria 4.0 é um modelo de manufatura sustentável porque a utilização dos recursos é mais adequada e as máquinas e equipamentos têm ciclos de vida maiores, enquanto os profissionais acadêmicos brasileiros apresentam uma tendência a concordar com a afirmação. Quanto ao trabalho humano neste contexto, as pessoas devem se preparar para o novo modelo industrial que apresenta características mais sólidas de comportamento manufatureiro sustentavelmente correto, adquirindo práticas e hábitos condizentes com o perfil ambientalmente consciente da nova indústria.

O ponto E é o último desta categoria de análise, e este refere-se à interdependência dos princípios de *design* da indústria 4.0. Com tendência a concordar, mensurando-se o nível de 3,5 dos profissionais brasileiros, e o nível de discordância com tendência à neutralidade de 2,5 dos profissionais alemães, pode-se verificar que a área acadêmica do Brasil está mais próxima de concordar que os princípios de *design* da indústria 4.0 são interdependentes entre si, de modo que sem um destes, não se pode configurar uma indústria como 4.0. Quanto à mesma afirmação a área acadêmica da Alemanha é discordante, com proximidade a não concordar, nem discordar. Com isto, pode-se afirmar a incerteza, ainda, de quais são os princípios de *design* que as pessoas deverão conviver na indústria 4.0, e consequentemente, por quais seus trabalhos podem ser influenciados e sentir maior mudança.

O Gráfico 2 apresenta as percepções do setor acadêmico do Brasil e da Alemanha quanto às questões realizadas na categoria “Tecnologias Interferentes no Trabalho Humano”. O ponto A refere-se ao ineditismo das tecnologias presentes na indústria 4.0. Para este ponto os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível 2 na escala, apresentando discordância, enquanto os profissionais acadêmicos alemães, também discordantes com nível 1,5 na escala, não concordam com a afirmação de que as tecnologias presentes na indústria 4.0 são plenamente inéditas, não sendo verificadas em indústrias até cinco anos atrás. Desta forma, pode-se perceber que os setores acadêmicos dos dois países não concordam que as tecnologias presentes na indústria 4.0 são inteiramente novas e que nunca foram antes utilizadas nas indústrias. Desse modo, os colaboradores da indústria 4.0 devem lidar com um ambiente industrial que contém tecnologias inovadoras que podem já ter sido verificadas em indústrias 3.0, mudando apenas a forma e a intensidade de utilização de tais tecnologias para suporte e interação com humanos e máquinas.

Gráfico 2 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".

Fonte: Elaborado pela autora.

Já o ponto B é pertinente à substituição integral do trabalho. Este ponto representa a indagação afirmativa de que a tendência das tecnologias 4.0 é substituir integralmente o trabalho desempenhado por humanos, afirmação discordada por ambos os países, com níveis respectivos de 1 e 1,5 na escala atribuídos pelos participantes acadêmicos brasileiros e alemães. Com essa afirmação é possível perceber que os profissionais acadêmicos de ambos os países, não acreditam que as tecnologias 4.0 venham a ser utilizadas com o intuito de substituir plenamente o trabalho desempenhado por humanos, por mais inteligentes, eficientes e precisas que estas sejam.

Em relação ao ponto C, referente à substituição do trabalho humano por sistemas virtuais e digitais, o Brasil está em neutralidade, com nível 3 na escala, enquanto a Alemanha está em discordância com tendência à neutralidade com nível 2,5 na escala. Este ponto refere-se à afirmação de que a ramificação de tecnologias que é mais potencial para substituir o trabalho humano, é a de sistemas virtuais e digitais. Com os níveis atribuídos pelos profissionais acadêmicos de ambos os países é possível verificar que o setor acadêmico brasileiro apresenta incerteza, enquanto o setor acadêmico alemão discorda, com tendência à incerteza, de que a área dos sistemas virtuais e digitais seja a mais provável de substituir o trabalho das pessoas na indústria 4.0.

A indagação referente à substituição do trabalho humano por máquinas e equipamentos é representada pelo ponto D. Em relação a este, os profissionais acadêmicos brasileiros apresentam, com nível 3 na escala, neutralidade à afirmação de que a ramificação que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de máquinas e equipamentos, enquanto que para o mesmo ponto os profissionais acadêmicos alemães atribuem o nível 4 na escala, apresentando concordância à afirmação. É possível perceber que os profissionais alemães acreditam mais em uma substituição mecanizada do trabalho humano, em relação ao Brasil.

Com nível 4 na escala para o ponto E, os profissionais acadêmicos brasileiros apresentam concordância em que a ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de inteligência artificial. Ponto em que os profissionais acadêmicos alemães aparecem com neutralidade com viés à concordância, alcançando o nível 3,5 na escala. Deste modo, os dois países esperam substituições mais consistentes do trabalho humano em duas ramificações distintas: O Brasil, na substituição por inteligência artificial, já a Alemanha, por máquinas e equipamentos.

O Gráfico 3 apresenta as percepções do setor acadêmico brasileiro e alemão referentes à categoria de “Recursos Humanos”.

Gráfico 3 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria “Recursos Humanos”.

Fonte: Elaborado pela autora.

O ponto A no gráfico representa a indagação afirmativa de que o processo de recrutamento e seleção de pessoas na indústria 4.0 prioriza por futuros colaboradores que entendam das novas tecnologias presentes no ambiente industrial. A esta afirmação os dois países apresentaram-se como concordantes, com nível 4 na escala. O que significa que os futuros colaboradores de uma indústria 4.0 deverão conhecer e saber manusear as novas tecnologias da indústria, a fim de que possam alcançar os seus trabalhos nesta, da mesma forma que mantê-los.

Com concordância de nível 4 na escala para o ponto B, os profissionais do setor acadêmico brasileiro afirmam que o trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0 é plenamente intelectual e não mais ligado ao esforço físico. Para o mesmo ponto em questão, os profissionais do setor acadêmico alemão atribuíram o nível de 3,5 na escala, apresentando

assim, neutralidade com tendência à concordância. Neste ponto, o Brasil, mais que a Alemanha, acredita que as pessoas terão os seus trabalhos envolvidos em um contexto mais ligado à sua inteligência, capacidade de raciocínio, de resolução de problemas, entre outros ligados ao aspecto intelectual.

No ponto C, a análise é referente às capacidades criativas dos colaboradores da indústria 4.0. Com o nível mais alto de concordância, 5, e também em concordância, com nível 4, o Brasil e a Alemanha respectivamente, afirmam que as pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devem ter capacidades criativas para aperfeiçoar o próprio desempenho e de toda a indústria. O que significa que o colaborador 4.0 deve ser mais criativo e inovador no desempenho de suas atividades, e procurar, com a toda a sua capacidade, aperfeiçoar todo o desempenho industrial.

A imparcialidade do trabalho humano na indústria 4.0 é representada pelo ponto D. Neste ponto os profissionais do setor acadêmico brasileiro atribuem o nível 3, de neutralidade à afirmação de que na indústria 4.0 o trabalho humano é imparcial, de modo que espera-se que todas as pessoas compreendam e sejam capazes de realizar as atividades que todas as outras pessoas fazem. Para a mesma indagação, os profissionais do setor acadêmico alemão apresentaram discordância com tendência à neutralidade, com nível de 2,5 na escala. Desta forma, os profissionais acadêmicos afirmam não concordar nem discordar da informação, de modo que entende-se que as pessoas enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devem ou não, compreender e ser capaz de realizar o trabalho umas das outras, apresentando incerteza a respeito.

O ponto E refere-se à flexibilidade quanto ao local de trabalho na indústria 4.0. Neste ponto procurava-se apurar o nível de concordância dos participantes acadêmicos quanto à indagação afirmativa de que o trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao local de realização, não sendo necessário os colaboradores estarem em tempo integral na indústria. Para este ponto, os profissionais acadêmicos alemães deliberaram o nível de concordância 4, enquanto os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível de neutralidade com viés à concordância de 3,5. Deste modo, as expectativas brasileira e alemã aparecem como alinhadas, apresentando a afirmação de que as pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, não necessitam estar o tempo todo na localidade física da indústria. Tal expectativa pode referir-se à utilização de tecnologias de sistemas virtuais e digitais que permitem ao trabalhador a capacidade de realização de monitoramento, ajustes e reajustes em sistemas, bem como a tomada de decisão à distância da indústria.

O último ponto, E, refere-se à flexibilidade quanto ao local de realização do trabalho na indústria 4.0, já o presente ponto, F, é pertinente a flexibilidade quanto ao desempenho de funções na indústria. Com o mesmo nível comum de 2,5 atribuído pelos dois países, o Brasil e Alemanha apresentam discordância com tendência à neutralidade quanto à afirmação de que o trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao desempenho de funções, de modo que uma pessoa pode realizar por outra a sua tarefa. Os dois países se apresentam não muito concordantes com esta afirmação, o que significa que em relação ao desempenho de funções, pode-se esperar que este talvez ainda permaneça mais rígido e burocrático, sem utilizar muito a versatilidade do colaborador.

De forma subsequente, o ponto G representa a análise de compreensão dos processos industriais. Este ponto é o que apresenta a maior discrepância de afirmações entre o Brasil e a Alemanha na presente categoria. Em relação à indagação afirmativa de que um colaborador ativo na indústria 4.0 deve compreender todos os seus processos conhecendo a capacidade e a limitação industrial, intervindo em ações sempre que necessário, os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível 4 de concordância. Já os profissionais acadêmicos alemães, deliberaram o nível de 1,5, apresentando discordância quase plena à afirmação. Assim, o setor acadêmico brasileiro acredita, distintamente do setor acadêmico alemão, que os colaboradores na indústria 4.0 devem compreender cada processo industrial e conhecer a capacidade e a limitação da indústria, intervindo com os seus trabalhos sempre que se fizer necessário. A afirmação brasileira aparece com um intuito de que todos os colaboradores conheçam a respeito do que se faz na indústria, como, quando, onde, de forma que no momento em que ocasionalmente a indústria necessitar de auxílio em seus processos, colaboradores cientes possam intervir. Já a afirmação alemã apresenta a ideia de que cada colaborador deve entender de sua respectiva área de atuação sem haver a necessidade de conhecer o funcionamento efetivo de toda a indústria.

O ponto H é condizente ao desempenho do trabalho do colaborador em tempo real. Este ponto representa a questão afirmativa de que os colaboradores devem realizar o seu trabalho resolvendo desafios, solucionando problemas e propondo soluções em tempo real. Para este ponto, o Brasil e a Alemanha atribuíram, respectivamente, os níveis de 5 em plena concordância, e 3 em neutralidade, não concordando nem discordando da afirmação. Este ponto está alinhado ao princípio de *design* de capacidade em tempo real, que deve ser observado quanto ao desempenho das pessoas, bem como das máquinas e tecnologias. Os profissionais acadêmicos brasileiros concordam integralmente que o colaborador da indústria

4.0 deva ser mais proativo, dinâmico e com comportamento ágil, enquanto que os profissionais acadêmicos alemães não concordam nem discordam a respeito.

As equipes multidisciplinares são apresentadas pelo ponto I. Para este, os profissionais acadêmicos brasileiros e alemães, atribuíram, respectivamente, os níveis de concordância de 5 e 4 na escala. Os profissionais acadêmicos de ambos os países concordam que os trabalhadores na indústria 4.0 devem atuar constantemente em equipes multidisciplinares que são formadas com objetivo e tempo definidos. Isto significa que a indústria 4.0 pode embasar-se na abordagem ágil de constituição de *squads*, que são equipes que abrangem em si um conjunto de pessoas de áreas distintas, com talentos diferentes, a fim de trabalharem em equipe por um objetivo comum a ser alcançado com prazo definido, da mesma forma que é definido o tempo de duração da equipe.

O ponto J é responsável por apresentar a questão referente à capacitação e treinamento em tecnologias. Com o mesmo nível de concordância de 4 na escala, os profissionais acadêmicos brasileiros e alemães concordam que o foco dos processos de capacitação e treinamento das pessoas na indústria 4.0 é direcionado completamente à aprendizagem e manuseio de novas tecnologias. Isto significa que a indústria 4.0 pode procurar treinar os seus colaboradores mais no sentido de que estes compreendam a função das tecnologias presentes no ambiente industrial e saibam como melhor utilizá-las.

Os próximos três pontos, K, L, M, referem-se à admissão de pessoas na indústria 4.0. O primeiro ponto referido, K, inclui a indagação afirmativa referente à admissão de pessoas de idade avançada na indústria 4.0. Com o mesmo nível comum de 2 na escala, os profissionais acadêmicos brasileiros e alemães apresentam discordância quanto à afirmação de que pessoas de idade mais avançada são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua experiência na carreira industrial, mesmo que não tenham conhecimento tecnológico. Tal afirmação faz com que suponha-se que para a indústria 4.0 o conhecimento tecnológico das pessoas seja um fator relevante para a admissão de colaboradores.

O ponto em sequência a ser analisado é o L, referente à admissão de pessoas de idade madura na indústria 4.0. A indagação afirmativa efetuada aos participantes do setor acadêmico brasileiro e alemão apresentava a afirmação de que as pessoas de idade madura são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua responsabilidade e trajetória na carreira industrial, apresentando interesse em conhecimento tecnológico. Para tal ponto, os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível 4 na escala, apresentando

concordância com a afirmação realizada. Já os profissionais acadêmicos alemães, apresentaram com nível 2 na escala, discordância em relação ao mesmo ponto. Desta forma, nota-se que o Brasil, ao contrário da Alemanha, acredita na possibilidade de contratação de pessoas adultas que tenham uma carreira industrial considerável e que tenham interesse em adquirir conhecimento tecnológico.

A concordância entre os dois países volta a constar no ponto M que é condizente à admissão de pessoas jovens na indústria 4.0. Com nível de concordância 4 comum aos dois países, seus respectivos profissionais acadêmicos afirmam concordar que pessoas jovens são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua agilidade comportamental frente ao dinamismo do ambiente 4.0 e a facilidade em aquisição de conhecimento tecnológico. O que pode ser entendido como um alinhamento de perfil do candidato à indústria, uma vez que este deva ter as características comportamentais e os conhecimentos necessários procurados para a atuação harmoniosa na indústria.

O ponto N refere-se à taxa de *turnover* dos colaboradores na indústria 4.0. Com nível de 3,5 na escala os profissionais acadêmicos brasileiros apresentam neutralidade com tendência à concordância, e com nível 3 na escala os profissionais acadêmicos alemães apresentam neutralidade à indagação afirmativa de que a taxa de ocorrência de *turnover* dos colaboradores na indústria 4.0 é alta. O Brasil pode apresentar a tendência à concordância, considerando a necessidade de renovação e contratação de novos trabalhadores em toda a indústria. Já a Alemanha afirma não concordar nem discordar a respeito do ponto em questão.

Já a frequência de ocorrência de *turnover* dos colaboradores na indústria 4.0, é apresentada pelo ponto O. Para este ponto referido, o setor acadêmico dos dois países apresentaram o nível 3 de não concordância nem discordância à afirmação de que a frequência de ocorrência de *turnover* dos colaboradores na indústria 4.0 é habitual. Desta forma, os dois países apresentam incerteza a respeito do quão corriqueira é a renovação dos colaboradores na indústria 4.0.

Por fim, o último ponto constituinte da presente categoria é o ponto P. Este refere-se à projeção de carreiras longas na indústria 4.0. Para este ponto foi atribuído, pelos profissionais acadêmicos brasileiros e alemães, o nível comum de discordância com tendência à neutralidade de 2,5 para a afirmação de que na indústria 4.0 não se faz projeções de carreiras longas como antigamente, uma vez que equipes de trabalho são constituídas com objetivo e fim determinados. Deste modo, percebe-se que nem o Brasil, nem a Alemanha acreditam

muito que não se possa ter projeções de carreiras longas aos colaboradores da indústria 4.0, embora existam equipes de trabalho que são constituídas com objetivos específicos e fins estabelecidos.

O Gráfico 4 apresenta as percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria de análise “Estrutura Organizacional Hierárquica”. O ponto A refere-se à estrutura horizontal da indústria 4.0. Para este ponto, os profissionais acadêmicos brasileiros e alemães atribuíram o nível comum de 4 na escala, apresentando concordância mútua quanto à afirmação de que a estrutura da indústria 4.0 é mais horizontal, o que faz com que o nível estratégico seja constituído por menos pessoas. Assim, os dois países afirmam acreditar que a indústria 4.0 não abrangerá muitos níveis hierárquicos de comando, o que consequentemente faz com que o nível estratégico de uma indústria 4.0 seja constituído por menos colaboradores.

O ponto B é referente ao nível estratégico com hierarquia menor, para o qual foram atribuídos os níveis de 3,5 e 3 na escala, quanto à percepção acadêmica brasileira e alemã, respectivamente. Neste ponto os participantes acadêmicos brasileiros estão em neutralidade com viés à concordância, enquanto os participantes acadêmicos alemães não concordam nem discordam da afirmação de que o nível estratégico 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos diretores e muitos chefes. Quanto às linhas de comando hierárquicas do nível estratégico na indústria 4.0, os dois países apresentam incerteza quanto à sua constituição.

O ponto C apresenta o nível estratégico responsável por diretrizes, expresso pela indagação afirmativa de que o nível estratégico 4.0 é responsável apenas por deliberar as diretrizes de ação para a indústria e efetuar planejamentos para as áreas produtivas. Para este ponto foi atribuído pelos profissionais acadêmicos brasileiros o nível de discordância com tendência à neutralidade de 2,5 na escala. Já os profissionais acadêmicos alemães, deliberaram, ao mesmo ponto, o nível de concordância de 4 na escala. Desta forma, observa-se pelo posicionamento acadêmico alemão, que o nível estratégico de uma indústria 4.0 está mais ligado às atividades de planejamento, o que a percepção acadêmica brasileira discordou com tendência à neutralidade.

O próximo ponto é o D, referente ao nível estratégico como mais especializado. Com o nível de concordância 4, os profissionais acadêmicos brasileiros acreditam que as pessoas que desempenham o seu trabalho no nível estratégico 4.0 são mais especializadas, com maior

conhecimento técnico. Para a mesma afirmação, os profissionais acadêmicos alemães atribuíram o nível 3 na escala, apresentando neutralidade. Assim percebe-se que a área acadêmica brasileira acredita que o nível estratégico de uma indústria 4.0 tenha colaboradores mais especialistas e com compreensão técnica, o que a área acadêmica alemã não concordou nem discordou a respeito.

Gráfico 4 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".

Fonte: Elaborado pela autora.

O ponto subsequente E, refere-se ao nível estratégico sem máquinas e sistemas autônomos. Com o nível de discordância 2 na escala, os profissionais acadêmicos brasileiros discordam da afirmação de que definitivamente o nível estratégico 4.0 não é o lugar para máquinas e sistemas autônomos, e que a presença de humanos é fundamental e inevitável. Quanto à mesma afirmação, os profissionais acadêmicos alemães atribuíram o nível 4,5 na escala, apresentando concordância quase plena. Assim, o Brasil acredita que o nível estratégico 4.0 pode sim incluir máquinas e sistemas autônomos, enquanto a Alemanha espera o nível estratégico 4.0 sem muita interferência mecanizada e tecnológica.

O nível gerencial com hierarquia menor é apresentado no ponto F. Este ponto representa a indagação afirmativa de que o nível gerencial de uma indústria 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos gestores e muitos supervisores. Para este ponto foram atribuídos os níveis de 4 e 3 na escala, deliberados pelo setor acadêmico brasileiro e alemão, respectivamente. Desta forma, a área acadêmica brasileira apresenta concordância quanto ao nível gerencial da indústria 4.0 menos hierarquizado, enquanto para a mesma questão, a área acadêmica alemã não é concordante nem discordante da informação.

O próximo ponto em sequência é o G, que refere-se ao nível gerencial responsável por análise e coordenação. Para este ponto às percepções de ambos os setores acadêmicos estão mais alinhadas, de modo que o setor acadêmico brasileiro deliberou com o nível 3 na escala, neutralidade, enquanto o setor acadêmico alemão atribuiu com o nível 3,5 na escala, a neutralidade com tendência à concordância para a afirmação de que o nível gerencial 4.0 é responsável apenas por avaliar oportunidades de mercado e coordenar as pessoas para cumprir planejamentos. Quanto à função do setor gerencial 4.0, as áreas acadêmicas dos dois países apresentam incerteza, de modo que não concordam nem discordam da afirmativa.

O nível gerencial como técnico e projetista é apresentado pelo ponto H. Este representa a questão afirmativa de que as pessoas que desempenham o seu trabalho no nível gerencial 4.0 possuem conhecimento técnico para projetar produtos e definir as suas etapas de produção. Para o presente ponto foram atribuídos pela área acadêmica brasileira e alemã, os respectivos níveis de 3,5 e 2,5 na escala. Deste modo, o Brasil apresenta a neutralidade com tendência à concordância, já a Alemanha expõe a discordância com viés à neutralidade para a afirmação realizada. Assim, o Brasil quase chega a concordar que as pessoas que trabalham no nível gerencial 4.0 tem conhecimento técnico e podem estar ligadas às atividades de projetos dos produtos e na definição de suas etapas de produção, o que a Alemanha se apresenta como discordante próxima à neutralidade.

O ponto I refere-se à maior quantidade de colaboradores no nível gerencial em relação ao nível estratégico. Para este ponto, o setor acadêmico brasileiro apresenta o nível de 2,5, enquanto o setor acadêmico alemão atribui o nível de 1,5. Desse modo, os profissionais acadêmicos brasileiros discordam com viés à neutralidade, junto à discordância dos profissionais acadêmicos alemães de que a quantidade de pessoas trabalhando no nível gerencial da indústria 4.0 é maior em relação ao nível estratégico. Assim, os dois países

acreditam que o nível estratégico da indústria 4.0 pode ser tão populoso de colaboradores quanto o nível gerencial, ou até mesmo superior a este.

O próximo ponto da presente categoria é o ponto J. Este é referente ao nível gerencial como não coordenador de máquinas. Este ponto é responsável por uma distinção entre as percepções acadêmicas brasileiras e alemãs. Com os níveis respectivos de 2 e 4 na escala, os profissionais acadêmicos brasileiros discordam enquanto os profissionais acadêmicos alemães concordam que as pessoas que trabalham no nível gerencial 4.0 não observam a capacidade produtiva das máquinas constantemente. Neste ponto, o que pode ter levado o Brasil à discordância da afirmação pode estar ligado à expectativa de que trabalhadores do nível gerencial tenham mais que monitorar máquinas e suas respectivas linhas de produção. Já a Alemanha pode ter se apresentado como mais concordante ao imaginar que as pessoas, enquanto colaboradoras no nível gerencial 4.0, estarão ligadas a outras atividades gerenciais, não sendo responsáveis por verificação e acompanhamento de máquinas e linhas de produção, tarefa que pode ser realizada por sistemas virtuais inteligentes em constante atividade nos dispositivos móveis e computadores centrais.

Em sequência, o ponto K é condizente ao nível operacional sem colaboradores. Este ponto representa a indagação afirmativa de que o nível operacional na indústria 4.0 não é como visto nas indústrias 3.0, não havendo pessoas desempenhando trabalho nas linhas de produção. Para esta afirmação, os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível de discordância 2 na escala, e os profissionais acadêmicos alemães também se apresentam como discordantes, porém com tendência à neutralidade, com nível de 2,5 na escala. Desse modo, o setor acadêmico brasileiro não acredita que o nível operacional na indústria 4.0 não incluirá pessoas realizando trabalho em seu ambiente. Já o setor acadêmico alemão, embora discorde da afirmação realizada, quase se apresenta como não concordante nem discordante a esta, transparecendo, assim, a expectativa de que o nível operacional possa não incluir o trabalho humano.

O ponto L apresenta estreita ligação com o último ponto analisado. Refere-se ao nível operacional robotizado. Este ponto representa a indagação afirmativa de que o nível operacional na indústria 4.0 é constituído apenas por máquinas, equipamentos e robôs autônomos. O setor acadêmico brasileiro, bem como o setor acadêmico alemão atribuíram discordância a esta afirmação, com os respectivos níveis de 2 e 1,5. O que permite observar que os dois países não acreditam que o nível operacional da indústria 4.0 possa ser constituído

apenas por maquinários autônomos e inteligentes, afirmando ao mesmo tempo, que esperam o trabalho humano sendo plenamente utilizado no ambiente operacional.

O nível operacional responsável por monitoramento é apresentado no ponto M. Este é referente à indagação afirmativa de que o nível operacional 4.0 é responsável apenas por verificar constantemente as atividades das linhas de produção e observar os relatórios dos sistemas virtuais. Embora acreditem que o trabalho humano continuará sendo utilizado no nível operacional 4.0, os profissionais acadêmicos do Brasil e da Alemanha discordam com níveis respectivos de 2 e 2,5 na escala, que os colaboradores operacionais tenham apenas que averiguar de forma contínua as atividades desenvolvidas nas linhas produtivas, e acompanhar os relatórios gerados pelos sistemas virtuais. Porém, conforme o nível apurado de discordância, a Alemanha aparece com viés à neutralidade.

O ponto N, subsequente, apresenta o nível operacional como técnico e produtor. Para este ponto verifica-se com nível 4 de concordância, o posicionamento acadêmico brasileiro, enquanto a área acadêmica alemã com nível de 3,5 na escala, apresenta neutralidade com tendência à concordância quanto à afirmação realizada de que as pessoas que desempenham o seu trabalho no nível operacional 4.0 possuem conhecimento técnico para pôr em prática planejamentos e projetos, e monitorar processos de produção. O nível atribuído pela Alemanha pode referir-se à expectativa de que nem todos os colaboradores devam monitorar os processos produtivos da indústria.

Por fim, o último ponto da presente categoria é o ponto O. Este refere-se à quantidade de trabalhadores no nível operacional. Para este ponto foi deliberado o nível comum de 3,5 na escala, pelo setor acadêmico brasileiro e alemão. Deste modo, os dois países apresentam neutralidade com tendência à concordância quanto à afirmação de que o nível operacional da indústria 4.0 é aquele que abrange a menor quantidade de pessoas realizando trabalho. Assim, os países Brasil e Alemanha apresentam incerteza em relação a quão populoso de colaboradores o nível operacional deva ser em relação aos níveis estratégico e gerencial. Porém a tendência à concordância destaca a expectativa de que o nível operacional possa ser o que inclui a menor quantidade de colaboradores desempenhando trabalho.

O Gráfico 5 apresenta as percepções acadêmicas do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Educação para Colaboradores 4.0”.

Gráfico 5 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Educação para Colaboradores 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro ponto da presente categoria, o ponto A, é referente às formações industriais voltadas à indústria 4.0. Este ponto representa a indagação afirmativa de que a nova educação transmitida às pessoas nas formações que referem-se à atividade industrial deve ser plenamente voltada à indústria 4.0. Para esta afirmação os profissionais acadêmicos do Brasil e da Alemanha se apresentaram como concordantes, com níveis respectivos de 4 e 4,5 na escala. Deste modo, os profissionais acadêmicos de ambos os países afirmam que as pessoas que vão cursar uma área relacionada ou completamente direcionada à área industrial, sejam instruídas e formadas já dentro do contexto da indústria 4.0. Considerando o ângulo de vista do trabalho humano para a nova indústria, este ponto faz-se completamente favorável, uma vez que ao serem estudantes egressos com conhecimentos da indústria 4.0, os futuros colaboradores 4.0 podem encontrar mais oportunidades de admissão na nova indústria, bem como de assimilação da nova realidade industrial, e ainda, alcançar o melhor desempenho de seus trabalhos.

O ponto a ser analisado em sequência é o B, condizente a menos conteúdos teóricos e mais práticos. O presente ponto representa a afirmação de que para que um estudante venha a

ter um perfil profissional 4.0 é necessário que este tenha menos conteúdo teórico e mais prático. O setor acadêmico dos dois países, Brasil e Alemanha, apresentam com o mesmo nível 2, discordância à afirmação. Assim, os profissionais acadêmicos de ambos os países afirmam acreditar ou em um equilíbrio entre a disponibilização de conteúdos teóricos e práticos aos futuros colaboradores 4.0, ou na prevalência de conteúdos teóricos aos práticos.

As atividades de P&D voltadas às necessidades reais são apresentadas pelo ponto C. Este representa a indagação afirmativa de que um perfil profissional 4.0 é obtido com atividades de pesquisa e desenvolvimento direcionados ao atendimento de uma necessidade real. Para este ponto foram atribuídos os níveis de 4,5 e 3,5 pelos participantes acadêmicos brasileiros e alemães, respectivamente. O que significa que o setor acadêmico brasileiro concorda quase plenamente quanto à relevância da contribuição de projetos de P&D direcionados à satisfação de uma necessidade real, para com a construção de um perfil profissional 4.0 dos estudantes. Para o mesmo ponto em questão, o setor acadêmico alemão apresenta neutralidade com viés à concordância.

O ponto subsequente é o D que refere-se à capacidade de programação e análise de sistemas. Com os níveis respectivos de 4 e 4,5, os profissionais acadêmicos brasileiros e alemães apresentam concordância com a afirmação de que é preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 alcance capacidades técnicas de programação e análise de sistemas. Desta forma, o Brasil e a Alemanha destacam a necessidade de que o futuro colaborador 4.0 saiba como programar e analisar os sistemas virtuais e digitais da indústria 4.0, de forma a interagir plenamente com as tecnologias presentes no ambiente podendo programatizar e interpretar os sistemas com naturalidade.

Por fim, o ponto E, o último da presente categoria, é referente às competências multidisciplinares. Este ponto representa a indagação afirmativa de que é preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 tenha competências multidisciplinares o que aumentará a sua capacidade de compreensão e criatividade. Para esta afirmação, o setor acadêmico brasileiro atribuiu o nível máximo de concordância 5, e o setor acadêmico alemão, também concordante, deliberou o nível 4 de concordância na escala. Assim, ambos os setores acadêmicos dos países acreditam que quanto mais competências o futuro colaborador 4.0 tiver, mais facilmente este poderá compreender os trâmites da indústria 4.0 e mais criativo poderá ser nas proposições de soluções 4.0.

O Gráfico 6 apresenta as percepções acadêmicas dos países Brasil e Alemanha quanto à categoria de análise “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”. A análise da presente categoria se inicia no ponto A, referente à empregabilidade como baixa na indústria 4.0. Este ponto representa a indagação afirmativa de que a empregabilidade de pessoas na indústria 4.0 é muito baixa. Para este ponto, os profissionais acadêmicos brasileiros e alemães apresentaram o nível comum de 2,5 na escala, deliberando discordância com tendência à neutralidade para a afirmação. Desta forma, os setores acadêmicos brasileiro e alemão afirmam não acreditar muito que a indústria 4.0 ofertará poucos empregos.

Gráfico 6 - Percepções acadêmicas brasileiras e alemãs quanto à categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo ponto a ser analisado é o B, condizente à extinção de empregos. O presente ponto refere-se à questão afirmativa de que a tendência para os empregos das pessoas na indústria 4.0 é que sejam em grande parte extinguidos. Para tal ponto foram atribuídos os níveis respectivos de 2,5 e 2 pelos setores acadêmicos brasileiro e alemão. Desta forma, o Brasil discorda com viés à neutralidade, enquanto a Alemanha discorda que os empregos para as pessoas na indústria 4.0 passarão por uma vasta extinção.

O ponto C é referente à maior abertura de empregos em Engenharia. Para este ponto, os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível 3, apresentando neutralidade, enquanto os profissionais acadêmicos alemães deliberaram o nível 3,5 denotando neutralidade com tendência à concordância à afirmação de que a maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de Engenharia. Assim, a área acadêmica dos dois países apresenta incerteza em que a maior quantidade de empregos disponíveis na indústria 4.0 será para a área de Engenharia.

O último ponto a ser analisado na presente categoria é o ponto D, o qual refere-se à maior abertura de empregos em Tecnologia de Informação e Comunicação. Neste ponto, os setores acadêmicos do Brasil e da Alemanha atribuíram, respectivamente, os níveis 4 e 4,5, apresentando concordância à afirmação de que a maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de Tecnologia de Informação e Comunicação. Deste modo, os países se apresentam concordantes em que a área de Tecnologia de Informação e Comunicação possa ser a que mais venha a disponibilizar empregos ao trabalho humano na indústria 4.0.

5.2 Análise das percepções do setor empresarial brasileiro e alemão

Neste tópico são analisadas as percepções do setor empresarial, dos países Brasil e Alemanha, apuradas como afirmações no instrumento de coleta de dados quanto ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, tema distribuído nas questões que constituem as mesmas categorias de análise do tópico anterior, as quais são “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”, “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”, “Recursos Humanos”, “Estrutura Organizacional Hierárquica”, “Educação para Colaboradores 4.0”, e, “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”.

O Gráfico 7 apresenta as percepções empresariais do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”. O ponto A expressa a indústria 4.0 como modelo inovador. Este ponto representa a indagação afirmativa realizada aos participantes do setor empresarial de ambos os países, que a indústria 4.0 é um modelo parcialmente novo, que apresenta características inovadoras na indústria, no entanto as tecnologias deste novo modelo já existiam anteriormente nas indústrias, o que muda é a conectividade entre elas. Para este ponto o setor empresarial alemão atribuiu o nível 4, enquanto o setor empresarial brasileiro deliberou o nível 3. Desta forma, os profissionais empresariais alemães concordam que a indústria 4.0 constitui um modelo em partes novo, mas

que as suas respectivas tecnologias já puderam ser verificadas nas indústrias 3.0 mudando apenas a conectividade existente entre elas. Para a mesma afirmação os profissionais empresariais brasileiros se apresentam como neutros, não concordando nem discordando da afirmação realizada. O setor empresarial brasileiro apresenta incerteza em relação a quão nova a indústria 4.0 verdadeiramente é, mas pela perspectiva empresarial alemã, as pessoas devem lidar, em seus trabalhos, com tecnologias que têm um comportamento mais interligado, porém que já são conhecidas. O que pode resultar na interação frequente entre pessoas e tecnologias.

Gráfico 7 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo ponto a ser analisado é o B referente aos desafios para o estabelecimento de uma indústria 4.0. Para a questão afirmativa de que dentre os principais desafios verificados para o estabelecimento de uma indústria 4.0 se destacam o seu custo econômico e financeiro e a ausência de apoio governamental, o setor empresarial alemão atribuiu o nível 3 na escala, apresentando, assim, neutralidade à afirmação. Já o setor empresarial brasileiro deliberou o nível 2, expondo discordância quanto ao mesmo ponto. A incerteza apresentada pelos profissionais empresariais alemães pode se referir ao fato de que estes não esperam um

forte impacto quanto ao apoio governamental. Já em relação à discordância dos profissionais empresariais brasileiros, pode significar que em sua visão empresarial a indústria 4.0 não tenha que vir a enfrentar muitas barreiras à sua completa implementação, com toda a sua base tecnológica, o que gera a expectativa de que as pessoas enquanto colaboradoras na indústria 4.0 tenham que lidar imediatamente com maquinários inteligentes.

O ponto subsequente em análise é o C, pertinente à alta produtividade da indústria 4.0. Para este ponto foram atribuídos os níveis respectivos de 4 e 3 na escala, pelos profissionais empresariais alemães e brasileiros. Desse modo, os participantes empresariais alemães se apresentam como concordantes, enquanto os participantes empresariais brasileiros aparecem como neutros à afirmação de que a alta produtividade é um dos fatores mais destacantes na indústria 4.0, devido aos seus recursos disponíveis humanos, físicos e tecnológicos, à capacidade de mudança e o solucionamento de problemas de forma ágil. Desta forma, a área empresarial alemã acredita que a indústria 4.0 possui uma ampla capacidade produtiva e que um dos principais contribuintes para tal, são as pessoas e o desempenho de seus respectivos trabalhos. Para a mesma afirmação a área empresarial brasileira não é concordante nem discordante.

A indústria 4.0 como manufatura sustentável é apresentada pelo ponto D. Este representa a indagação afirmativa de que a indústria 4.0 é verdadeiramente um modelo de manufatura sustentável, pois a utilização dos recursos é realizada de forma mais adequada e as máquinas e equipamentos têm ciclos de vida maiores. Para este ponto, os setores empresariais brasileiro e alemão deliberaram o nível comum 3, apresentando neutralidade quanto à afirmação realizada. Assim, a área empresarial de ambos os países apresentam incerteza quanto ao posicionamento sustentável da indústria 4.0, o que não influi na necessidade de realização de boas práticas ambientalmente conscientes por parte de seus colaboradores.

O ponto E referente à interdependência dos princípios de *design* também apresenta o nível comum de atribuição pelos participantes empresariais alemães e brasileiros, assim como no ponto anterior. Para este foi deliberado o nível 4 na escala, apresentando a concordância dos setores empresariais alemão e brasileiro à indagação afirmativa de que os princípios de *design* (Descentralização - Virtualização - Interoperabilidade - Modularidade - Capacidade em Tempo Real - Orientação a Serviços) na indústria 4.0 são interdependentes entre si, e que sem um destes não se pode configurar uma indústria como 4.0. Desta forma, pela percepção empresarial de ambos os países, para que uma indústria seja conhecida como verdadeiramente 4.0, esta necessita ter presentes e ativos cada um dos princípios de *design* mencionados

anteriormente. No ponto referente ao trabalho humano, nota-se que pela expectativa empresarial dos dois países, os colaboradores da indústria 4.0 devem lidar com todos os princípios de *design*, de modo que os seus trabalhos podem vir a ser envolvidos ou influenciados por estes.

O Gráfico 8 apresenta as percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria de análise “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”.

Gráfico 8 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".

Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro ponto a ser analisado na presente categoria é o ponto A, referente ao ineditismo das tecnologias da indústria 4.0. Para este ponto foi atribuído o mesmo nível, 2, pela área empresarial da Alemanha e do Brasil. Os participantes empresariais de ambos os países se apresentam como discordantes à afirmação de que as tecnologias presentes na indústria 4.0 são plenamente inéditas, não sendo verificadas em indústrias até cinco anos atrás. Desta forma, a área empresarial dos dois países afirma que as tecnologias da indústria 4.0 não são inteiramente novas, e também puderam ter sido verificadas em indústrias 3.0.

Assim, é possível notar, pela percepção empresarial alemã e brasileira, que os colaboradores da indústria 4.0 não deverão lidar com tecnologias totalmente desconhecidas no desempenho de seus trabalhos.

O ponto B, em sequência, refere-se à substituição integral do trabalho humano na indústria 4.0. Para este ponto também deliberou-se um mesmo nível, 2, pelos participantes empresariais alemães e brasileiros. Estes discordam da informação de que a tendência esperada para as tecnologias 4.0 é que estas substituam integralmente o trabalho desempenhado por humanos. Desse modo, o setor empresarial alemão e brasileiro afirmam não acreditar que as tecnologias da indústria 4.0 possam eliminar todo o trabalho desempenhado por humanos na indústria. A percepção empresarial dos dois países soa agradável e confortante, criando expectativas de que boas oportunidades para o trabalho humano na indústria 4.0 sejam oferecidas.

O ponto subsequente C é referente à substituição do trabalho humano por sistemas virtuais e digitais. Este ponto representa a indagação afirmativa de que a ramificação de tecnologias 4.0 que tem mais potencial para substituir o trabalho humano é a de sistemas virtuais e digitais. Para este ponto o setor empresarial alemão apresentou concordância com nível 4 na escala, enquanto o setor empresarial brasileiro expôs discordância com nível 2 para a mesma afirmação. Desta forma, percebe-se que a área empresarial alemã concorda que os sistemas virtuais e digitais, como tecnologias 4.0, podem ser os que mais venham a substituir o trabalho desempenhado por humanos. Para a mesma afirmação a área empresarial brasileira se apresentou como discordante.

A substituição do trabalho humano na indústria 4.0 por máquinas e equipamentos é apresentada pelo ponto D. Este refere-se à questão afirmativa de que a ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para a substituição do trabalho humano é a de máquinas e equipamentos. Para o presente ponto foram atribuídos, respectivamente, os níveis de 2 e 3 pelos participantes empresariais alemães e brasileiros. Desse modo, a Alemanha apresenta-se como discordante, enquanto o Brasil denota neutralidade à afirmação. Assim, é possível perceber que os profissionais empresariais alemães não acreditam que o maior potencial de substituição do trabalho realizado pelas pessoas seja ligado às máquinas e equipamentos. Já os profissionais empresariais brasileiros não discordam nem concordam com a afirmação, apresentando incerteza a respeito do ponto analisado.

O último ponto da presente categoria a ser analisado é o ponto E, referente à substituição do trabalho humano por inteligência artificial. Com o nível 3 na escala, o setor empresarial alemão se apresenta como não concordante nem discordante, e com nível 4 na escala, o setor empresarial brasileiro se apresenta concordante à afirmação de que a ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de inteligência artificial. Desta forma, em análise da presente categoria, é possível perceber que os setores empresariais da Alemanha e do Brasil possuem percepções distintas quanto à substituição do trabalho humano na indústria 4.0, uma vez que o primeiro país mencionado acredita mais na substituição por sistemas virtuais e digitais, enquanto o segundo país citado espera que a possível substituição seja por inteligência artificial.

O Gráfico 9 apresenta as percepções do setor empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Recursos Humanos”. Com concordância plena dos participantes empresariais alemães, e também concordantes os participantes empresariais brasileiros, os níveis respectivos de 5 e 4 foram atribuídos à indagação afirmativa de que o processo de recrutamento e seleção de pessoas na indústria 4.0 prioriza por futuros colaboradores que entendam as novas tecnologias presentes no ambiente industrial. Deste modo, a área empresarial de ambos os países afirmam que é necessário compreender as tecnologias presentes na indústria 4.0 para ingressar nesta, uma vez que o conhecimento tecnológico 4.0 possa ser um critério relevante para a admissão de colaboradores.

O próximo ponto em análise é o B, referente ao trabalho intelectual na indústria 4.0. Para este ponto os profissionais empresariais alemães deliberaram o nível 3, apresentando neutralidade, enquanto os profissionais empresariais brasileiros atribuíram o nível de 4 para a indagação afirmativa de que na indústria 4.0 o trabalho desempenhado por pessoas é plenamente intelectual e não mais ligado ao esforço físico. O setor empresarial alemão se apresenta como não concordante nem discordante em relação à afirmação realizada, o que denota a incerteza de que o trabalho humano na indústria 4.0 não envolva, realmente, a realização de nenhum tipo de esforço físico. Já o setor empresarial brasileiro acredita que as pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, não deverão mais realizar esforços físicos, uma vez que estarão ligadas às atividades cognitivas, que envolvem a capacidade de compreensão, de raciocínio, de idealização, entre outras.

Gráfico 9 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Recursos Humanos".

Fonte: Elaborado pela autora.

As capacidades criativas são apresentadas pelo ponto C. Para este foram atribuídos os níveis de concordância 4 e 5 na escala, deliberados pelo setor empresarial alemão e brasileiro, respectivamente. Tais níveis apurados remetem-se à afirmação de que as pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devem ter capacidades criativas para aperfeiçoar o próprio desempenho e de toda a indústria. Isto destaca que o setor empresarial de ambos os países espera que os colaboradores da indústria 4.0 tenham um grande potencial criativo que é capaz de melhorar cada vez mais o próprio desempenho e o da indústria, como um todo.

O ponto D apresenta o trabalho humano como imparcial na indústria 4.0. Para este ponto os profissionais empresariais alemães apresentam neutralidade com deliberação do nível 3 na escala, enquanto os profissionais empresariais brasileiros atribuíram discordância com nível 2 na escala, para a afirmação de que na indústria 4.0 o trabalho humano é imparcial, de forma que espera-se que todas as pessoas compreendam e sejam capazes de realizar as atividades que todas as outras pessoas fazem. O setor empresarial alemão aparece como neutro, de modo que os seus profissionais não concordam nem discordam que as

peçoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devam compreender e poder realizar o trabalho que as outras fazem. Para a mesma afirmação o setor empresarial brasileiro se apresenta discordante, expondo a expectativa de que os colaboradores na indústria 4.0 devam compreender e realizar o próprio trabalho, não sendo necessário saber e fazer tudo o que os demais colaboradores fazem.

A flexibilidade quanto ao local de trabalho é apresentada pelo ponto E. Este refere-se à indagação afirmativa de que o trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao local de realização, não sendo necessário estar em tempo integral na indústria. Para tal afirmação, a Alemanha e o Brasil apresentaram o mesmo nível de atribuição na escala, 4, denotando concordância. Desta forma, os profissionais empresariais de ambos os países acreditam na possibilidade de que os colaboradores da indústria 4.0 não necessitam estarem em todo o tempo na indústria para realizarem os seus trabalhos. Assim, os setores empresariais alemão e brasileiro apresentam a expectativa de que as tecnologias da indústria 4.0 contribuam com a dinâmica de realização do trabalho humano, cooperando para que ações, correções sistêmicas e tomadas de decisão possam ser efetuadas à distância.

Em relação ao ponto F, este apresenta a flexibilidade quanto ao desempenho de funções. Com os respectivos níveis de 4 e 3, os profissionais empresariais alemães se apresentam concordantes e os profissionais empresariais brasileiros se apresentam não concordantes nem discordantes da afirmação de que na indústria 4.0 o trabalho das pessoas tem maior flexibilidade quanto ao desempenho de funções, de modo que uma pessoa pode realizar por outra a sua tarefa. Desse modo, a área empresarial da Alemanha acredita que o desempenho de atividades na indústria 4.0 possa ser flexível, sem muitas restrições ou burocracias para a realização de um trabalho necessário. Já a área empresarial brasileira não concorda nem discorda a respeito da afirmação, apresentando incerteza quanto ao ponto analisado.

O ponto G é pertinente à compreensão dos processos industriais. Este representa a questão afirmativa de que um colaborador ativo na indústria 4.0 deve compreender todos os seus processos conhecendo a capacidade e a limitação industrial, intervindo em ações sempre que necessário. Para este ponto foi atribuído o nível comum de concordância 4 pelos dois países, Alemanha e Brasil. Deste modo, pode-se perceber que o setor empresarial de ambos os países concordam que um bom colaborador na indústria 4.0 deve conhecer todos os seus

processos industriais, e saber a respeito da capacidade e da limitação da indústria, sendo interveniente em ações sempre que preciso.

O ponto H, referente ao trabalho em tempo real, também recebeu o mesmo nível 4 atribuído pelos setores empresariais da Alemanha e do Brasil, de modo que ambos os países apresentam concordância quanto à afirmação de que as pessoas devem desempenhar o seu trabalho resolvendo desafios, solucionando problemas e propondo soluções em tempo real. Assim, os profissionais empresariais alemães e brasileiros, acreditam que os colaboradores da indústria 4.0 devam ser proativos, recebendo informações, interpretando-as e, ao mesmo tempo, realizando ações de forma ágil, para corresponder simultaneamente à indústria e aos seus estímulos externos.

As equipes multidisciplinares são apresentadas pelo ponto I. Neste, os profissionais empresariais alemães e brasileiros também apresentam percepções alinhadas. Com o nível de concordância 4 atribuído pela área empresarial dos dois países, estes são concordantes à afirmação de que os trabalhadores na indústria 4.0 devem atuar constantemente em equipes multidisciplinares que são formadas com objetivo e tempo definidos. Desta forma, os setores empresariais dos dois países esperam que o colaborador na indústria 4.0 seja incluído como um participante em equipes multidisciplinares, visando alcançar um objetivo comum à equipe constituída com tempo de duração estabelecido para atender uma necessidade emergente.

O próximo ponto a ser analisado é o J. Este ponto refere-se à capacitação e treinamento em tecnologias. Com os níveis respectivos de 4 e 3 na escala, os profissionais empresariais alemães concordam, enquanto os profissionais brasileiros não concordam nem discordam da indagação afirmativa de que o foco dos processos de capacitação e treinamento das pessoas na indústria 4.0 é direcionado completamente à aprendizagem e manuseio de novas tecnologias. Assim, os profissionais empresariais alemães afirmam acreditar que o aperfeiçoamento dos colaboradores da indústria 4.0 seja mais direcionado à aquisição de conhecimentos e habilidades tecnológicas, uma vez que os colaboradores deverão utilizá-las com frequência. A neutralidade apresentada pelo setor empresarial brasileiro pode estar ligada ao fato de que seus respectivos profissionais empresariais têm incerteza em relação à expectativa de que a maior necessidade de treinamento às pessoas na indústria 4.0 seja no âmbito tecnológico, e não na aquisição de novas competências funcionais ligadas ao conteúdo de seus respectivos trabalhos.

Os próximos três pontos são referentes à admissão de pessoas na indústria 4.0. O primeiro destes, o ponto K, é condizente à admissão de pessoas de idade avançada na indústria 4.0. Quanto a este ponto os profissionais empresariais alemães e brasileiros, atribuíram respectivamente, os níveis 3 e 2. Desta forma, a Alemanha apresenta neutralidade, enquanto o Brasil denota discordância à afirmação de que pessoas de idade mais avançada são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua experiência na carreira industrial, mesmo que estas não tenham conhecimento tecnológico. Assim, é possível perceber que os profissionais empresariais alemães deliberam neutralidade ao presente ponto, enquanto os profissionais empresariais brasileiros discordam a respeito do mesmo. Nota-se que a Alemanha, de forma intrínseca, valoriza todo o caminho repleto de experiências percorrido por pessoas de idade mais avançada no setor industrial, mas não chegam a concordar de que estas serão as mais admitidas. O Brasil é discordante quanto ao ponto analisado.

O ponto L refere-se à admissão de pessoas de idade madura na indústria 4.0. Para este ponto foram atribuídos os níveis respectivos de 4 e 3 pela área empresarial alemã e brasileira. Neste ponto, os participantes empresariais alemães se apresentam como concordantes, e os brasileiros como neutros, não concordando nem discordando da afirmação de que pessoas de idade madura são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua responsabilidade e trajetória na carreira industrial, apresentando também interesse em conhecimento tecnológico. Desse modo, a área empresarial alemã afirma concordar que pessoas adultas com vontade de adquirir conhecimentos tecnológicos possam ser as mais admitidas na nova indústria. Para o mesmo ponto em análise, a área empresarial brasileira apresenta neutralidade, não concordando nem discordando da afirmação realizada.

A admissão de pessoas jovens na indústria 4.0 é apresentada pelo ponto M. Este representa a indagação afirmativa de que pessoas jovens são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua agilidade comportamental frente ao dinamismo do ambiente 4.0 e também pela facilidade em aquisição de conhecimento tecnológico. Atribuindo o nível 4 na escala, a área empresarial alemã se apresenta concordante à afirmação efetuada, enquanto a área empresarial brasileira se declara neutra à mesma, com deliberação do nível 3 na escala. Assim, pode-se perceber que a área empresarial alemã acredita mais que a área empresarial brasileira, na admissão mais volumosa de pessoas jovens com o comportamento alinhado à dinâmica industrial 4.0.

O ponto N é referente à taxa de *turnover* alta na indústria 4.0. Com o mesmo nível 3 atribuído a este ponto, os setores empresariais alemão e brasileiro apresentam neutralidade, não concordando nem discordando da indagação afirmativa de que a taxa de ocorrência de *turnover* dos colaboradores na indústria 4.0 é alta. Tal atribuição de neutralidade à afirmação, pelos dois países, expressa a incerteza de quão intensa poderá ser a renovação de trabalhadores na indústria 4.0.

O ponto subsequente a ser analisado é o ponto O. Este refere-se à frequência de *turnover* habitual na indústria 4.0. Assim como no ponto anterior, neste ponto foi apurado o nível comum 3 pelo setor empresarial alemão e brasileiro. Desta forma, os participantes empresariais de ambos os países se apresentam como não concordantes nem discordantes quanto à questão afirmativa de que a frequência de ocorrência de *turnover* dos colaboradores na indústria 4.0 é habitual. A área empresarial alemã e brasileira, assim como no ponto anterior, manifesta incerteza a respeito de quão corriqueira a renovação de colaboradores na indústria 4.0 será.

O último ponto da presente categoria, P, é referente às projeções de longas carreiras na indústria 4.0. Também como nos dois últimos pontos analisados, a este foi atribuído o nível 3, apresentando neutralidade da área empresarial dos dois países, Alemanha e Brasil. O presente ponto representa a questão afirmativa de que na indústria 4.0 não se faz projeções de carreiras longas como antigamente, uma vez que equipes de trabalho são constituídas com objetivo e fim determinados. Os dois países expõem incerteza quanto às projeções extensas de carreiras na indústria 4.0, considerando a existência de equipes que são constituídas e desconstituídas conforme as necessidades industriais e os estímulos externos surgem e são atendidos.

O Gráfico 10 apresenta as percepções empresariais do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Estrutura Organizacional Hierárquica”. O primeiro ponto, A, dá início à análise da presente categoria em concordância com nível 4 atribuído pela Alemanha e pelo Brasil. Este ponto é referente à estrutura horizontal da indústria 4.0, e representa a indagação afirmativa de que a estrutura da indústria 4.0 é mais horizontal, o que faz com que o nível estratégico seja constituído por menos pessoas. Desta forma, a área empresarial de ambos os países se apresenta como concordante em que o trabalho humano na indústria 4.0 não deva estar distribuído em muitas linhas de comando, da mesma forma que não deve reportar-se às mesmas em grande quantidade.

Gráfico 10 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o ponto seguinte, B, foi igualmente atribuído o nível de concordância 4, pelo setor empresarial alemão e brasileiro. Este ponto representa a questão afirmativa de que o nível estratégico 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos diretores e muitos chefes. A percepção empresarial de ambos os países concordam que na indústria 4.0 não devam existir muitos cargos ligados a comando no nível estratégico. O que pode refletir o não estabelecimento, pelos setores empresariais dos dois países, de muitas hierarquias no nível estratégico da indústria 4.0.

O nível estratégico como responsável por diretrizes é apresentado pelo ponto C. Este obteve o mesmo nível de atribuição, 3, pelos setores empresariais da Alemanha e do Brasil. Neste ponto é representada a indagação afirmativa de que o nível estratégico 4.0 é responsável apenas por deliberar as diretrizes de ação para a indústria e efetuar planejamentos para as áreas produtivas. A respeito do presente ponto, os setores empresariais alemães e brasileiros apresentaram neutralidade, denotando a incerteza referente à função do nível estratégico na indústria 4.0, de modo que não concordaram nem discordaram da afirmação realizada.

O ponto D, subsequente, apresenta o nível estratégico como mais especializado. Para este ponto as percepções empresariais foram apuradas em concordância mútua. Com o nível 4 atribuído pelas áreas empresariais da Alemanha e do Brasil, os profissionais do setor empresarial apresentam-se concordantes à afirmação de que as pessoas que realizam o seu trabalho no nível estratégico 4.0 são mais especializadas, com maior conhecimento técnico. Assim, ambos os países acreditam que os colaboradores integrantes do nível estratégico da indústria 4.0, devam ser mais especialistas, com conhecimento técnico mais amplificado.

O ponto E, em sequência, é o próximo a ser analisado. Este representa o nível estratégico sem máquinas e sistemas autônomos. Aqui as percepções voltam a se diferir. O setor empresarial alemão atribuiu ao ponto o nível máximo de concordância, 5 na escala. Já o setor empresarial brasileiro deliberou ao mesmo ponto o nível 3, apresentando, assim, neutralidade. O presente ponto representa a indagação afirmativa de que definitivamente o nível estratégico 4.0 não é o lugar para máquinas e sistemas autônomos. A presença de humanos é fundamental e inevitável. Assim, pode-se notar que o setor empresarial alemão concorda plenamente que a aplicação de maquinários tecnológicos e autônomos não é viável no nível estratégico 4.0, e que neste há completa necessidade do trabalho humano. Quanto à mesma afirmação, o setor empresarial brasileiro se apresenta como não concordante nem discordante.

O ponto F é referente ao nível gerencial com hierarquia menor. Este ponto representa a questão afirmativa de que o nível gerencial de uma indústria 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos gestores e muitos supervisores. Quanto a esta afirmação, as áreas empresariais da Alemanha e do Brasil voltam a se alinhar, deliberando o nível 4 de concordância. Desta forma, é possível perceber que os profissionais empresariais da Alemanha e do Brasil acreditam que o trabalho humano no nível gerencial de uma indústria 4.0 não deverá ser muito hierarquizado, de modo que os outros colaboradores também não devam reportar-se a muitas linhas de comando.

O nível gerencial como responsável por análise e coordenação é apresentado pelo ponto G. Com os níveis de 3 e 2 atribuídos na escala, os profissionais empresariais alemães e brasileiros se apresentam como neutros e discordantes, respectivamente. O presente ponto representa a indagação afirmativa de que o nível gerencial 4.0 é responsável apenas por avaliar oportunidades de mercado e coordenar as pessoas para cumprir planejamentos. A respeito dessa afirmação, os profissionais empresariais alemães apresentaram neutralidade, não concordando nem discordando, enquanto os profissionais empresariais brasileiros se

apresentaram como discordantes, afirmando não acreditar que os colaboradores do nível gerencial da indústria 4.0 devam apenas avaliar as oportunidades do ambiente externo e organizar os outros colaboradores para cumprir os planejamentos deliberados.

O próximo ponto em análise na presente categoria é o ponto H. Este é referente ao nível gerencial como técnico e projetista. Este ponto representa a indagação afirmativa de que as pessoas que desempenham o seu trabalho no nível gerencial da indústria 4.0 possuem conhecimento técnico para projetar os produtos e definir as suas etapas de produção. Para a presente afirmação, a percepção empresarial da Alemanha e do Brasil volta a alinhar-se. Com o índice comum 4, atribuído por ambos os países, estes se apresentam como concordantes à expectativa de que os colaboradores do nível gerencial 4.0 têm conhecimentos suficientes para projetar os produtos e deliberar os seus respectivos processos produtivos.

O ponto I é referente à maior quantidade de colaboradores no nível gerencial que estratégico. Este ponto representa a questão afirmativa de que a quantidade de pessoas trabalhando no nível gerencial da indústria 4.0 é maior em relação ao nível estratégico. Para esta afirmação foram atribuídos os níveis respectivos de 3 e 4 na escala, pelos profissionais empresariais da Alemanha e do Brasil. Desta forma, é possível perceber que os profissionais empresariais alemães apresentam neutralidade, de modo que não concordam nem discordam da expectativa de que o nível gerencial seja mais populoso de colaboradores em relação ao nível estratégico de uma indústria 4.0. Para a mesma afirmação, os profissionais empresariais brasileiros se apresentam como concordantes.

O ponto J, subsequente, refere-se ao nível gerencial como não coordenador de máquinas. Este representa a indagação afirmativa de que as pessoas que trabalham no nível gerencial 4.0 não observam a capacidade produtiva das máquinas constantemente. Para esta afirmação, as percepções empresariais dos dois países, Alemanha e Brasil, continuam como no ponto analisado anteriormente, sendo distintas entre si. O primeiro país mencionado, atribuiu o nível 4 na escala, enquanto o segundo referido deliberou o nível 3 na escala. Assim, os profissionais empresariais alemães são concordantes que o trabalho desempenhado pelos colaboradores do nível gerencial 4.0 não venha a consistir em observar a capacidade de produção das máquinas constantemente. Já os profissionais empresariais brasileiros não concordam nem discordam quanto à mesma afirmação, denotando então, incerteza em relação a esta tarefa atribuída ao nível gerencial da indústria 4.0.

O próximo ponto a ser analisado é o K. Este é referente ao nível operacional sem colaboradores. O presente ponto representa a indagação afirmativa de que o nível operacional na indústria 4.0 não é como visto nas indústrias 3.0, não havendo pessoas desempenhando trabalho nas linhas de produção. Neste ponto em análise, a percepção empresarial da Alemanha e do Brasil volta a se alinhar. Com o mesmo nível 2, atribuído por ambos os países, estes assumem a posição de discordantes quanto à afirmação de que na indústria 4.0 o nível operacional não inclui em si espaço para o trabalho humano nas linhas de produção. Desta forma, os profissionais empresariais alemães e brasileiros apresentam a esperança animadora de que há sim, lugar para as pessoas desempenharem os seus trabalhos principalmente a se referir no nível operacional da indústria 4.0.

O ponto L, condizente ao nível operacional robotizado, é também responsável pela mesma percepção mútua entre as áreas empresariais da Alemanha e do Brasil. Com o nível 2 atribuído pelos dois países, as suas respectivas áreas empresariais se apresentam como discordantes à questão afirmativa de que o nível operacional na indústria 4.0 é constituído apenas por máquinas, equipamentos e robôs autônomos. Assim, é possível perceber o reforço à expectativa apresentada quanto ao ponto de análise anterior, de modo que os profissionais empresariais alemães e brasileiros são discordantes que o nível operacional de uma indústria 4.0 seja formado apenas por maquinários autônomos, estes profissionais podem acreditar que novas tecnologias e maquinários mais inteligentes sejam integrados ao ambiente produtivo, mas não ao ponto de serem os únicos que o compõem.

O nível operacional como responsável por monitoramento é apresentado pelo ponto M. Este é referente à indagação afirmativa de que o nível operacional 4.0 é responsável apenas por verificar constantemente as atividades das linhas de produção e observar os relatórios dos sistemas virtuais. Para tal ponto foi atribuído o mesmo nível 2, de modo que os setores empresariais da Alemanha e do Brasil se apresentam como discordantes à esta afirmação. Desta forma, os profissionais dos setores empresariais alemão e brasileiro acreditam que os colaboradores do nível operacional 4.0 não devam somente averiguar habitualmente as atividades desempenhadas nas linhas de produção e observar os relatórios virtuais, o que transparece a expectativa de que os colaboradores do nível operacional 4.0 devam realizar outros tipos de esforços que vão além do trabalho de monitoramento contínuo.

O ponto N é aquele em que as percepções empresariais alemãs e brasileiras voltam a ser iguais. Este ponto apresenta o nível operacional como técnico e produtor. Com o mesmo nível de concordância, 4, atribuído pelos profissionais empresariais alemães e brasileiros,

estes se expõem como concordantes à afirmação de que as pessoas que desempenham o seu trabalho no nível operacional 4.0 possuem conhecimento técnico para pôr em prática planejamentos e projetos, e monitorar processos de produção. Assim, os profissionais empresariais alemães e brasileiros afirmam acreditar que os colaboradores operacionais da indústria 4.0 tenham conhecimentos técnicos suficientes para cumprir as diretrizes de produção estabelecidas e acompanhar os processos produtivos.

O último ponto a ser analisado nesta categoria é o ponto O. Este refere-se à quantidade de trabalhadores presentes no nível operacional da indústria 4.0. Tal ponto representa a indagação afirmativa de que o nível operacional da indústria 4.0 é aquele que abrange a menor quantidade de pessoas realizando trabalho. Para esta afirmação os profissionais empresariais alemães e brasileiros atribuíram o nível 3 na escala. Desta forma, ambos os países apresentam neutralidade, denotando assim, a incerteza a respeito do quão populoso de colaboradores o nível operacional é em relação aos níveis estratégico e gerencial na indústria 4.0.

O Gráfico 11 apresenta as percepções empresariais do Brasil e da Alemanha quanto à categoria “Educação para Colaboradores 4.0”. O primeiro ponto a ser analisado na presente categoria é o ponto A. Este é referente às formações industriais voltadas à indústria 4.0. Para tal ponto os profissionais empresariais alemães e brasileiros apresentam percepções distintas entre si. Com o nível 4 atribuído na escala pelos profissionais do setor empresarial alemão, estes se apresentam como concordantes à indagação afirmativa de que a nova educação transmitida às pessoas nas formações que referem-se à atividade industrial deve ser plenamente direcionada à indústria 4.0. Para o mesmo ponto, os profissionais do setor empresarial brasileiro deliberaram o nível 2 na escala, distinguindo-se assim, da percepção alemã. Desta forma, os profissionais empresariais brasileiros não concordam que as pessoas que estão se formando em áreas paralelas ou diretamente ligadas à área industrial devam receber uma formação no âmbito da indústria 4.0. Já os profissionais empresariais alemães consideram tal ponto relevante, o analisando como coerente e fundamental visando uma melhor preparação de futuros colaboradores para a indústria 4.0. Esta atribuição de concordância por parte da Alemanha, pode-se dever à expectativa de que a consolidação em massa de indústrias 4.0 em seu país seja cada vez mais iminente, o que consequentemente, requer colaboradores preparados para desempenharem os seus trabalhos conhecendo os requisitos da nova indústria.

Gráfico 11 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Educação para Colaboradores 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

Atribuindo o nível 4 em relação a menos conteúdos teóricos e mais práticos, os profissionais do setor empresarial alemão se apresentam concordantes, enquanto os profissionais do setor empresarial brasileiro, deliberando o nível 3 quanto ao mesmo ponto, se apresentam como não concordantes nem discordantes. Assim, o ponto B inclui uma distinção de percepções empresariais entre a Alemanha e o Brasil, quanto à indagação afirmativa de que visando que um estudante venha a ter um perfil profissional 4.0 é necessário que este tenha menos conteúdo teórico e mais prático. Os profissionais empresariais alemães concordam com a afirmação porque podem estar esperando que os futuros colaboradores 4.0 tenham um desempenho de trabalho mais orientado para o atendimento das necessidades advindas da realidade industrial, e não por um desempenho de trabalho caracterizado somente pelo estudo de teorias pertinentes à atividade industrial. Já os profissionais empresariais brasileiros apresentam incerteza quanto ao método de oferecer ao futuro colaborador 4.0 menos conteúdos teóricos e mais práticos seja verdadeiramente o mais eficaz para preparar futuros colaboradores para a nova indústria.

O ponto C é referente às atividades de P&D voltadas às necessidades reais. Este ponto representa a questão afirmativa de que um perfil profissional 4.0 é obtido com atividades de pesquisa e desenvolvimento direcionados ao atendimento de uma necessidade real. Para o presente ponto foi atribuído o mesmo nível 4 pelos setores empresariais alemão e brasileiro. Assim, estes se expõem como concordantes à expectativa de que as atividades de P&D direcionadas a uma necessidade real podem ser fundamentais contribuintes para a consolidação de um perfil profissional 4.0 aos futuros colaboradores. A concordância do setor empresarial alemão pode-se dever ao fato de que as empresas alemãs ligadas à atividade industrial ou as próprias indústrias, já realizam de forma bem integrada e conjunta às instituições de ensino superior, projetos de P&D que são criados com o objetivo de satisfazer a uma necessidade real que a empresa ou indústria tenha e que necessita ser atendida. Para isto, podem-se requerer estudos de viabilidade, redesenho do projeto, realização de adaptações, desenvolvimento do bem/produto, elaboração de protótipos, efetuação de testes, coleta de *feedbacks*, realinhamento posterior aos *feedbacks*, retorno ao desenvolvimento do bem/produto, até que este esteja em conformidade à satisfação da necessidade específica. Comumente ao Brasil, os seus profissionais empresariais também acreditam que essa atividade de P&D ligada à prática industrial efetiva pode muito contribuir na construção de um perfil profissional adequado à indústria 4.0.

O próximo ponto a ser analisado é o ponto D. Este refere-se às capacidades de programação e análise de sistemas. Este ponto também apresenta, assim como o anterior, pleno alinhamento das percepções empresariais da Alemanha e do Brasil. Tais países atribuíram o mesmo nível comum 4 à indagação afirmativa de que é preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 alcance capacidades técnicas de programação e análise de sistemas. Assim, as áreas empresariais dos dois países acreditam que as capacidades de programação e interpretação dos sistemas devam ser alcançadas aos futuros colaboradores da indústria 4.0, uma vez que estes podem vir a ter contato habitual com tecnologias que requerem tais capacidades humanas, para que todo o potencial destes sistemas e tecnologias seja inteiramente aproveitado na indústria.

Por fim, o último ponto a ser analisado na presente categoria, é o ponto E, referente às competências multidisciplinares. Este ponto representa a questão afirmativa de que é preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 tenha competências multidisciplinares o que aumentará a sua capacidade de compreensão e criatividade. Para a presente afirmação foi atribuído o mesmo nível 4 pelo setor empresarial alemão e brasileiro.

Desta forma, os profissionais empresariais afirmam acreditar que é necessário ao colaborador 4.0 ter competências que excedem às funções do seu próprio trabalho, de modo que o colaborador saiba intervir em situações que necessitem de um conhecimento específico ou da proposição de soluções inovadoras mesmo que não seja em áreas que frequentemente tenha que lidar.

O Gráfico 12 apresenta as percepções empresariais do Brasil e da Alemanha quanto à categoria “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”.

Gráfico 12 - Percepções empresariais brasileiras e alemãs quanto à categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro ponto a ser analisado, A, refere-se à empregabilidade como baixa na indústria 4.0. Este ponto representa a indagação afirmativa de que a empregabilidade de pessoas na indústria 4.0 é muito baixa. Para tal ponto, os profissionais da área empresarial alemã atribuíram o nível 3 na escala, denotando neutralidade, enquanto os profissionais da área empresarial brasileira, atribuindo o nível 2 na escala, apresentaram discordância, que ao mesmo tempo reflete à boa esperança de que existam muitos empregos a serem

disponibilizados ao trabalho humano na indústria 4.0. Quanto à mesma afirmação, os profissionais empresariais alemães apresentam incerteza.

O próximo ponto na presente categoria é o B, referente à extinção de empregos. Este ponto representa a questão afirmativa de que a tendência para os empregos das pessoas na indústria 4.0 é que sejam em grande parte extinguidos. Para tal afirmação, foi atribuído o mesmo nível 2 na escala, pelos setores empresariais da Alemanha e do Brasil. Desta forma, os profissionais empresariais de ambos os países denotam a sua discordância à expectativa de que os empregos das pessoas na indústria 4.0 passem por uma vasta extinção. Assim, estes profissionais apresentam, de certa forma, a expectativa de que muitas funções do trabalho humano já verificadas nas indústrias podem ser mantidas no novo modelo industrial 4.0.

O ponto C é referente à maior abertura de empregos em Engenharia. Os respectivos níveis 4 e 3 foram atribuídos pelo setor empresarial alemão e brasileiro, quanto à indagação afirmativa de que a maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de Engenharia. Desta forma, os profissionais do setor empresarial alemão se apresentam como concordantes a respeito da expectativa de que a maior amplitude de empregos ofertados pela indústria 4.0 seja na área de engenharia, enquanto para o mesmo ponto em análise, os profissionais do setor empresarial brasileiro apresentam neutralidade, não concordando nem discordando da afirmação.

O último ponto a ser observado na presente categoria, é o ponto D. Este é referente à maior abertura de empregos em Tecnologia de Informação e Comunicação. Este ponto representa a questão afirmativa de que a maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de Tecnologia de Informação e Comunicação. Quanto a esta afirmação, os profissionais empresariais alemães e brasileiros atribuíram o nível 4 na escala, apresentando concordância à afirmação. Em relação ao ponto anteriormente analisado, é possível perceber que a Alemanha acredita que as duas áreas, tanto a Engenharia quanto a Tecnologia de Informação e Comunicação, são potenciais empregadoras do trabalho humano na indústria 4.0, enquanto o Brasil acredita que a área mais potencial para abranger o trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, seja a última mencionada.

5.3 Análise contrastante das percepções dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha

Neste tópico são analisadas de forma contrastante as percepções dos setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha, apuradas como afirmações apresentadas no instrumento de coleta de dados quanto ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, tema que fora distribuído nas questões que constituem as categorias de análise deliberadas, as quais são “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”, “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”, “Recursos Humanos”, “Estrutura Organizacional Hierárquica”, “Educação para Colaboradores 4.0”, e, “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”.

O Gráfico 13 apresenta as percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”. Ao analisar o contraste das percepções do setor acadêmico e do setor empresarial dos dois países, é possível perceber que as percepções dos dois setores referidos se coincidem em três pontos, sendo eles A, B, e, C.

No ponto A, referente à indústria 4.0 como modelo inovador, a percepção acadêmica e empresarial brasileira é a mesma, em que foi atribuído pelos dois setores brasileiros o nível 3, de modo que os respectivos participantes não são concordantes nem discordantes.

No ponto B, pertinente aos desafios para o estabelecimento de uma indústria 4.0, a percepção acadêmica brasileira é a mesma que a percepção empresarial alemã, de modo que os respectivos participantes atribuíram o nível 3, se apresentando como não concordantes nem discordantes.

No ponto C, referente à alta produtividade da indústria 4.0, a percepção acadêmica e empresarial alemã é coincidente, ponto no qual os respectivos participantes atribuíram o nível 4, se apresentando como concordantes.

O maior contraste entre as percepções acadêmicas e empresariais está no ponto A, no qual a percepção acadêmica alemã, atribuindo o nível 5, vê a indústria 4.0 como um modelo inovador, ponto em que as percepções acadêmica e empresarial brasileiras se apresentam como neutras, com o nível 3 atribuído. Desta forma, a área acadêmica alemã acredita plenamente que as pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devam lidar com um

modelo industrial novo, enquanto a área acadêmica e empresarial brasileira apresenta neutralidade quanto ao mesmo ponto.

Gráfico 13 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 14 apresenta as percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”. Nesta categoria, três pontos foram coincidentes em relação às percepções acadêmicas e empresariais, sendo eles A, D, e E.

No ponto A, referente às tecnologias inéditas, a percepção acadêmica brasileira é a mesma que a percepção empresarial brasileira e alemã, em que ambas os setores atribuíram o nível 2, de modo que os seus respectivos participantes se apresentaram como discordantes.

Gráfico 14 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".

Fonte: Elaborado pela autora.

No ponto D, referente à substituição por máquinas e equipamentos, as percepções acadêmica e empresarial brasileiras são as mesmas, em que os profissionais respectivos atribuíram o nível 3, apresentando-se como não concordantes nem discordantes.

Já no ponto E, pertinente à substituição por inteligência artificial, as percepções acadêmica e empresarial do Brasil voltam a se coincidir, de modo que os respectivos participantes, apresentando concordância, atribuíram o nível 4 na escala.

O maior contraste verificado na presente categoria está no ponto D, em que o setor acadêmico alemão atribuiu o nível de concordância 4, enquanto o setor empresarial alemão deliberou para o mesmo ponto o nível 2, apresentando discordância. Para este ponto os participantes acadêmicos e empresariais brasileiros deliberaram neutralidade, no entanto a área acadêmica alemã afirma acreditar que as máquinas e equipamentos são mais potenciais para substituir o trabalho humano, afirmação que os profissionais empresariais alemães discordam.

O Gráfico 15 apresenta as percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Recursos Humanos”.

Gráfico 15 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Recursos Humanos".

Fonte: Elaborado pela autora.

É possível perceber que a maior coincidência das percepções acadêmicas e empresariais, do Brasil e da Alemanha, está no ponto O, referente à frequência de *turnover* habitual. Para este ponto, os participantes dos dois setores de ambos os países pesquisados, atribuíram o nível 3, apresentando neutralidade.

O ponto que apresenta o maior contraste entre as percepções acadêmicas e empresariais é o ponto G. Este refere-se à compreensão dos processos industriais, em que a área acadêmica alemã atribuiu o nível 1,5 apresentando discordância quase plena, enquanto a área acadêmica brasileira, juntamente com a área empresarial brasileira e alemã, deliberaram o nível 4, apresentando concordância. Assim, o setor acadêmico brasileiro, juntamente ao setor empresarial brasileiro e alemão, acredita que um colaborador ativo na indústria 4.0 deve

procurar conhecer todos os seus processos, compreendendo ainda a capacidade e a limitação industrial, intervindo em ações sempre que se fizer necessário.

O Gráfico 16 apresenta as percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria “Estrutura Organizacional Hierárquica”.

Gráfico 16 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".

Fonte: Elaborado pela autora.

A maior concordância que pode-se verificar na presente categoria, quanto às percepções acadêmicas e empresariais, está no ponto A, referente à estrutura horizontal da indústria 4.0. Neste ponto, os participantes acadêmicos e empresariais, do Brasil e da Alemanha atribuíram o mesmo nível 4 na escala, apresentando assim, uma concordância mútua.

O ponto que apresenta o maior contraste entre as percepções acadêmicas e empresariais, é o ponto E. Este refere-se ao nível estratégico sem máquinas e sistemas

autônomos. Para este ponto, os profissionais acadêmicos brasileiros atribuíram o nível 2 na escala, denotando assim, discordância. Já os profissionais empresariais alemães, deliberaram o nível máximo de concordância, 5 quanto ao mesmo ponto. Desta forma, é possível perceber que a área acadêmica brasileira acredita que as máquinas e os sistemas autônomos possam ser integrados ao nível estratégico de uma indústria 4.0, enquanto os profissionais empresariais alemães, com uma característica mais conservadora, afirmam acreditar que o nível estratégico 4.0 não é o lugar para máquinas e sistemas autônomos e que a presença de humanos é fundamental e inevitável.

O Gráfico 17 apresenta as percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria de análise “Educação para Colaboradores 4.0”.

Gráfico 17 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Educação para Colaboradores 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

Na presente categoria, as percepções acadêmicas e empresariais se coincidem em três pontos, os quais são A, D, e E. No ponto A, referente às formações industriais voltadas à

indústria 4.0, o setor acadêmico brasileiro e o setor empresarial alemão apresentam a mesma percepção em que os respectivos profissionais atribuíram o nível 4, apresentando concordância.

No ponto D, que é referente às capacidades de programação e análise de sistemas, tanto o setor acadêmico brasileiro, como o setor empresarial brasileiro e alemão, apresentaram a mesma percepção, deliberando o nível 4 na escala, apresentando concordância.

Já no ponto E, condizente às competências multidisciplinares, o setor acadêmico alemão, bem como o setor empresarial brasileiro e alemão, atribuíram o nível 4 na escala, expondo concordância.

O ponto que apresenta o maior contraste entre as percepções acadêmicas e empresariais é o ponto A, uma vez que a área acadêmica alemã atribuiu o nível 4,5 apresentando concordância quase plena, enquanto a área empresarial brasileira deliberou o nível 2, denotando discordância. Assim, é possível perceber que a área acadêmica alemã acredita que as pessoas que estão se formando em áreas ligadas à atividade industrial devam receber uma formação direcionada à indústria 4.0, enquanto a área empresarial brasileira não concorda a respeito.

O Gráfico 18 apresenta as percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”. Na presente categoria, as percepções acadêmicas e empresariais coincidem-se em três pontos que são B, C, e D.

No ponto B, referente à extinção de empregos, o setor acadêmico alemão, assim como o setor empresarial brasileiro e alemão, atribuiu o nível 2 na escala, de modo que os seus respectivos participantes apresentaram discordância.

Já o ponto C, referente à maior abertura de empregos em Engenharia, os setores acadêmico e empresarial brasileiros apresentaram a mesma percepção em que atribuíram o nível 3 na escala, deliberando neutralidade.

No ponto D, pertinente à maior abertura de empregos em Tecnologia de Informação e Comunicação, a percepção do setor acadêmico brasileiro foi a mesma que a dos setores empresariais brasileiro e alemão, que atribuíram o nível 4, apresentando concordância.

Gráfico 18 - Percepções contrastantes dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha quanto à categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".

Fonte: Elaborado pela autora.

O ponto C apresenta o maior contraste entre as percepções dos setores acadêmico e empresarial. Este ponto é referente à maior abertura de empregos em Engenharia. Os participantes dos setores acadêmico e empresarial brasileiro atribuíram o mesmo nível 3 na escala, apresentando neutralidade, enquanto o setor empresarial alemão deliberou o nível 4, expondo concordância. Assim é possível perceber que o setor empresarial da Alemanha acredita que a maior abertura para empregos do trabalho humano na indústria 4.0 é na área de Engenharia, enquanto os setores acadêmico e empresarial do Brasil não concordam nem discordam a respeito.

6 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do presente trabalho abrangendo os métodos utilizados, seguidos dos resultados obtidos, e por fim, as recomendações para trabalhos futuros.

6.1 Métodos utilizados

A atribuição de categorias de análise no instrumento de coleta de dados foi um procedimento facilitador à elaboração do questionário, para que este pudesse incluir questões que contribuíssem eficazmente para o alcance do objetivo deliberado no presente trabalho. As categorias de análise estabelecidas são “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”, “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”, “Recursos Humanos”, “Estrutura Organizacional Hierárquica”, “Educação para Colaboradores 4.0”, e, “Empregabilidade para Colaboradores 4.0”. Tais categorias também cooperaram com a análise dos dados obtidos e posterior discussão dos resultados alcançados.

O instrumento de coleta de dados utilizado, representado pelo questionário, foi eficiente no processo de obtenção dos dados, por três principais fatores: a aplicação dinâmica por meio virtual facilitando o processo de afirmação dos participantes; a distribuição das questões conforme as categorias de análise que não eram nomeadas aos participantes; e, por fim, as opções fechadas de demarcação pelos participantes, sendo estas sempre iguais. O instrumento é constituído por cinquenta questões, e foi utilizado na versão em português pelos participantes brasileiros e na versão em inglês pelos participantes alemães.

Os critérios de seleção deliberados aos participantes da pesquisa foram estabelecidos tanto para o setor acadêmico do Brasil e da Alemanha, quanto para o setor empresarial destes países. Assim, os critérios de seleção foram atribuídos para os indivíduos do setor acadêmico e às instituições de ensino superior, bem como para os colaboradores do setor empresarial e às empresas. Desta forma, foi possível selecionar e obter a participação de profissionais e instituições exemplares que trabalham com assuntos ligados e/ou correlatos à indústria 4.0. A pesquisa obteve ao todo, a participação de vinte e dois participantes efetivos, dentre os quais oito são indivíduos de instituições de ensino superior, sendo quatro brasileiros e quatro alemães, e quatorze são colaboradores de empresas, sendo sete brasileiros e sete alemães.

A atribuição da escala de Likert em cinco níveis contribuiu significativamente para com a demarcação das percepções pelos participantes e também para a análise dos dados. Por meio da atribuição da escala puderam ser apuradas mais que somente as percepções dos participantes da pesquisa, mas também a intensidade destas. Os níveis atribuídos são: Concordo Plenamente (5); Concordo (4); Não concordo nem discordo (3); Discordo (2); Discordo Plenamente (1).

Para tratar e analisar as percepções expressas com os níveis da escala atribuídos, foi estabelecida a medida de centralização mediana. Assim, foi possível analisar conjuntamente as afirmações dos participantes dos setores acadêmico e empresarial, do Brasil e da Alemanha.

A análise dos dados foi realizada de forma integrada para o setor acadêmico, assim como para o setor empresarial, e para o contraste das percepções destes dois setores, sendo todas estas análises referentes ao Brasil e à Alemanha. As percepções acadêmicas brasileiras e alemãs puderam ser observadas e compreendidas, assim como as percepções empresariais brasileiras e alemãs, e ainda, pôde ser verificada a proximidade entre as expectativas dos participantes acadêmicos e empresariais quanto ao trabalho humano na indústria 4.0.

6.2 Resultados obtidos

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apurar as percepções de profissionais brasileiros e alemães, dos setores acadêmico e empresarial, quanto ao trabalho desempenhado por pessoas para o novo contexto industrial apresentado pela indústria 4.0. Desta forma, com a consolidação da realização da análise das afirmações dos participantes, puderam ser apuradas e analisadas as suas respectivas percepções quanto ao trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0, embasado em categorias de análise.

A principal motivação da realização da pesquisa com o tema do trabalho humano na indústria 4.0 está na necessidade de reflexão de como o trabalho desempenhado pelas pessoas neste novo modelo industrial poderá ser utilizado com todo o seu potencial, com quais novidades no ambiente industrial as pessoas, enquanto colaboradoras, deverão lidar, assim como quais são as tecnologias que podem interferir em seus trabalhos e como estes poderão ser organizados, e ainda, de quais formas a organização hierárquica poderá estar estruturada,

como deverão ser formados os futuros colaboradores 4.0 e quais podem ser as características para as suas respectivas empregabilidades.

Outra motivação para a realização do presente trabalho é poder oferecer uma contribuição à atual base bibliográfica referente ao tema pesquisado, e estimular a realização de pesquisas acadêmicas e científicas ligadas a empresas que resultem em publicações e diretrizes de ações que sejam efetivas a respeito do trabalho humano na indústria 4.0, uma vez que as suas respectivas tecnologias têm recebido uma atenção um pouco maior.

A análise integrada dos setores acadêmico e empresarial do Brasil e da Alemanha contribuiu para que as percepções acadêmicas de dois países distintos entre si pudessem ser observadas e argumentadas embasando-se nos conhecimentos, experiências, estudos e/ou pesquisas dos participantes de ambos os países. Da mesma forma, as percepções empresariais puderam ser apuradas e discutidas embasando-se nos conhecimentos, experiências, atividades e/ou iniciativas empresariais dos participantes brasileiros e alemães. O contraste entre os setores acadêmico e empresarial, dos dois países possibilitou averiguar o quão próximas estão as percepções dos respectivos participantes a respeito do trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0.

Na primeira categoria de análise “Conhecimentos sobre a Indústria 4.0”, foi possível perceber que o setor acadêmico e empresarial da Alemanha vê a indústria 4.0 como um modelo parcialmente novo, que apresenta características inovadoras na indústria, mas as tecnologias deste novo modelo já existiam anteriormente nas indústrias, o que muda é a conectividade entre elas. Neste mesmo ponto, sobre o quão inovadora a indústria 4.0 é, os setores acadêmico e empresarial brasileiro não a vê como um modelo que seja em partes novo, mas não discorda que não seja, de fato.

Na categoria “Tecnologias interferentes no Trabalho Humano”, apurou-se que o setor acadêmico brasileiro acredita que a ramificação de tecnologias mais potencial para substituir o trabalho humano na indústria 4.0 é a de inteligência artificial, enquanto para o setor acadêmico alemão é a ramificação de máquinas e equipamentos. Em relação à percepção empresarial, o setor brasileiro acredita que a ramificação de inteligência artificial seja a mais potencial. Em contrapartida, o setor empresarial alemão acredita que os sistemas virtuais e digitais podem ser os mais potenciais substitutos.

Em relação à categoria de análise “Recursos Humanos”, pôde-se mensurar que todos os setores pesquisados, do Brasil e da Alemanha, acreditam que as pessoas, enquanto

colaboradoras na indústria 4.0 devam ter capacidades criativas para aperfeiçoar o próprio desempenho e o de toda a indústria. Da mesma forma que todos os setores analisados, de ambos os países, esperam que na indústria 4.0 sejam constituídas equipes multidisciplinares de trabalho, criadas com objetivos e fins estabelecidos.

Na categoria “Estrutura Organizacional Hierárquica”, os setores acadêmico e empresarial, do Brasil e da Alemanha, afirmam não concordar que o nível operacional de uma indústria 4.0 seja responsável apenas por monitoramento, verificando constantemente as atividades das linhas de produção e observando os relatórios dos sistemas virtuais. Apenas o setor acadêmico alemão apresenta um viés à neutralidade quanto a este ponto. Desta forma, todos os setores pesquisados, dos dois países, afirmam acreditar que os colaboradores no nível operacional 4.0 devam estar ligados a mais atividades que não incluam apenas o monitoramento contínuo do ambiente produtivo.

A categoria “Educação para Colaboradores 4.0”, possibilitou conhecer, por exemplo, as percepções dos setores quanto aos conteúdos oferecidos na formação de futuros colaboradores 4.0. O setor acadêmico brasileiro e alemão discorda que devam ser disponibilizados aos estudantes menos conteúdos teóricos e mais práticos. O setor empresarial brasileiro não concorda nem discorda a respeito, enquanto o setor empresarial alemão concorda que para que um estudante venha a ter um perfil profissional 4.0 é necessário que este tenha menos conteúdo teórico e mais prático na sua formação.

Na última categoria de análise “Empregabilidade para Colaboradores 4.0” foi possível verificar que todos os setores pesquisados, do Brasil e da Alemanha, acreditam que não venha a ocorrer uma vasta extinção dos empregos do trabalho humano na indústria 4.0. Apenas o setor acadêmico brasileiro apresenta um viés à neutralidade neste ponto. O que traz a boa esperança de que muitas funções do trabalho realizado por pessoas na indústria possam ser mantidos no modelo industrial 4.0.

6.3 Recomendações para trabalhos futuros

Como recomendações para a realização de trabalhos futuros sugere-se que esta pesquisa referente ao trabalho humano na indústria 4.0 seja efetuada incluindo outros países, a fim de que se possam apurar as percepções acadêmicas e empresariais de outras nações

distintas, com características próprias, estágios de desenvolvimento diferentes e culturas acadêmicas e empresariais diferenciadas.

Outra recomendação consiste na adição de novas categorias de análise referentes ao trabalho humano na indústria 4.0 ao instrumento de coleta de dados, como por exemplo, “Interfaces avançadas *Human-to-Machine*”, visando apurar percepções de como poderão ser realizados, da melhor forma possível, o contato e a utilização das tecnologias 4.0 pelas pessoas na nova indústria.

REFERÊNCIAS

ABBASI, A.; SARKER, S.; CHIANG, R. H. L. Big Data Research in Information Systems: Toward an Inclusive Research Agenda. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 17, n. 2, 2016.

ALEXANDRE, J. W. C. et al. Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 23., 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: [s.l.], 2003.

ALQARYOUTI, O.; SIYAM, N. Serverless Computing and Scheduling Tasks on Cloud: A Review. **American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences**, v. 40, n. 1, p. 235-247, 2018.

AMANKWAH-AMOA, J., NYUUR, R.B.; IFERE, S. A question of top talent? The effects of lateral hiring in two emerging economies, **The International Journal of Human Resource Management**, Vol. 28 No. 11, pp. 1527-1546, 2017.

ANDERL, I.R. Industrie 4.0 - advanced engineering of smart products and smart production, technological innovations in the product development. **19th International Seminar on High Technology**, Piracicaba, Brazil, 2014.

ANDULKAR, M.; LE, D.T.; BERGER, U. A multi-case study on Industry 4.0 for SME's in Brandenburg, Germany. **Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 4544-4553, 2018.

ANG, J. H.; GOH, C.; SALDIVAR, A. A. F.; LI, Y. Energy-Efficient Through-Life Smart Design, Manufacturing and Operation of Ships in an Industry 4.0 Environment. **Energies**, v. 10, n. 5, p. 610, 2017.

ANSARI, F.;EROL, S.; SIHN, W. Rethinking Human-Machine Learning in Industry 4.0: How Does the Paradigm Shift Treat the Role of Human Learning? **Procedia Manufacturing** 23, pp. 117-122, 2018.

APPOLINÁRIO, F.; **Dicionário de Metodologia Científica**. ATLAS, (Ed.), São Paulo: Atlas, 2007.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 295p. 2011.

BABICEANU, R. F.; SEKER, R. Computers in Industry Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems : A survey of the current status and future outlook. **Computers in Industry**, v. 81, p. 128-137, 2016.

BALDASSARI, P.; ROUX, J.D. Industry 4.0: preparing for the future of work, **People & Strategy**, Vol. 40 No. 3, pp. 20-23, 2017.

BAUER, W.; SCHLUND, S.; GANSCHAR, O. Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland. **FhG IAO**, Stuttgart, 2015.

BCG (The Boston Consulting Group): **Industry 4.0** - the Future and Growth in manufacturing Industries, 2015.

BOYES, H.; HALLAQ, B.; CUNNINGHAM, J.; WATSON, T. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. **Computers in Industry**, v. 101, n. December 2017, p. 1-12, 2018.

BESSEN, J. Employers Aren't Just Whining - the "Skills Gap" Is Real", **Harvard Business Review**, Available: <<https://hbr.org/2014/08/employers-arent-just-whining-the-skills-gap-is-real>>, 2014.

BOKHARI, M.U.; SHALLAL, Q.M.; TAMANDANI, Y.K. Cloud computing service models: a comparative study. In: **IEEE Int. Conf. Comput. Sustain. Glob. Dev. INDIACom**, pp. 16-18. 2016.

BOWLES, J. **The computerisation of European jobs** - who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment? <<http://www.bruegel.org/nc/blog/detail/article/1394-the-computerisation-of-european-jobs/>>, 2014.

BRANCO, T.; DE SÁ-SOARES, F.; RIVERO, A. L. Key Issues for the Successful Adoption of Cloud Computing. **Procedia Computer Science**, v. 121, p. 115-122, 2017.

BROY, M. Cyber-physical systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme. **Springer**, Berlin, 2010.

BURGESS, K.; SINGH, P. J.; KOROGLU, R. Supply chain management: a structured literature review and implications for future research. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 7, p. 703-729, 2006.

CAMPOS, G. W. S. **Um método para análise e co-gestão de coletivos**. São Paulo: Hucitec, 2000.

CARAVANTES, G. R.; PANNO, C. C.; KLOECKNER, M. C. **Administração: teorias e processos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 572 p., 2005.

CERUTI, A.; Marzocca, P.; Liverani, A.; Bil, C. Maintenance in Aeronautics in an Industry 4.0 Context: The Role of Augmented Reality and Additive Manufacturing. **Journal of Computational Design and Engineering**, 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica: para uso de estudantes universitários**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CHEN, C. H.; LIN, M. Y.; GUO, X. C. High-level modeling and synthesis of smart sensor networks for Industrial Internet of Things. **Computers and Electrical Engineering**, v. 61, p. 48-66, 2017.

CHIAVENATO, I. **Administração nos novos tempos**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CHIAVENATO, Idalberto. Modelo Burocrático de Organização: Em Busca da Organização Ideal. In: CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria Geral da Administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 11. p. 257-286, 2003.

COYLE, L.; NEELY, S.; NIXON, P.; QUIGLEY, A. Sensor Aggregation and Integration in Healthcare Location Based Services, In: **Pervasive Health Conference and Workshops**, pp. 1-4. 2006.

CONTREIRAS, P. A. R. A Quarta Revolução Industrial: Um estudo de caso realizado na empresa Lix de Tecnologia. **Revista Gestão, Inovação e Negócios**, v. 1, n.1, p. 79-97, 2015.

CONSTANTIOU, I. D.; KALLINIKOS, J. New games, new rules: big data and the changing context of strategy. **Journal of Information Technology**, v. 30, p. 44-57, 2015.

COSTA, A. S. et al. A influência da indústria na economia do município de Rolim de Moura - RO. **Revista Farol**, Rolim de Moura, v. 5, n. 5, p.147-161, set. 2017.

CUNHA, L. M. da. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes**. 78 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística). Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2007.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**. 2nd. Los Angeles: SAGE Publications, 2011.

DALMOLIN, A.; OLIVEIRA, E. T.; ZUCCO, T. S.; CANOPF, L.; LORA, N. C. A. Teoria Clássica da Administração e sua utilização na administração moderna. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, vol. 2, pp. 2-5, 2007.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados? **Revista Gestão Organizacional**, v. 6, n. 2000, p. 161-174, 2014.

DATHEIN, R. Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX. **Decon/UFRGS**, 2003.

DEL-MASSO, M. C. S.; COTTA, M. A. de C.; SANTOS, M. A. P. Ética em Pesquisa Científica: conceitos e finalidades. **Acervo Digital.Unesp**, p. 1-16, 2007.

DELOITTE. Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies, **Deloitte**, pp. 1-30, 2015.

DE MASI, D. **A sociedade pós-industrial**. São Paulo: SENAC São Paulo, pp. 11-97, 1999.

DEMIRKAN, H.; SPOHRER, J. C. Emerging service orientations and transformations (SOT), **Inf. Syst. Front.**, vol. 18, no. 3, pp. 407-411, 2016.

DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T. Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. **Procedia CIRP**, v. 17, p. 100-105, 2014.

DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T.; RIECHEL, C. Concept for a Cyber Physical Assembly System. In: *Proposals on IEEE ISAM 2013 - International Symposium on Assembly and Manufacturing*. Xi'an (China), 2013.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]. **Industrial Electronics Magazine**, IEEE 8, 56-58, 2014.

DUMBIL, E. Making sense of big data, *Making sense of big data*, vol. 1, March 2013.

IBM. **What is Big Data Analytics**, [Online]. Available: <<http://www-01.ibm.com/software/data/infosphere/hadoop/what-is-bigdata-analytics.html>>, 2016.

EDWARDS, P.; RAMIREZ, P. When should workers embrace or resist new technology? **New technology, work and employment**, v. 31, n. 2, p. 99-113, 2016.

ELLIOTT, S.W. *Computers and the Future of Skill Demand*, **OECD Publishing**, Paris, 2017.

EVANGELISTA, R., GUERRIERI, P., MELICIANI, V.: The economic impact of digital technologies in Europe. **Econ. Innovation. New. Tech.** 23(8), p. 802-824, 2014.

FAYOL, H. **Administração Geral e Industrial**. São Paulo: Editora Atlas, 138 p., 1989.

FIDELIS, C. G.; REIS, M. T. A desconsideração da personalidade jurídica à luz do novo código de processo civil. **Direito, Cultura e Cidadania**, Osório, v. 1, n. 6, p.1-26, jan./dez. 2016.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FORD, M. Industry 4.0: Who Benefits? **SMT: Surface Mount Technology**, 30 (7), 52-55, 2015.

FORTES, D.C. **Estudo de Estatística no Ensino Médio**: Uma proposta de ensino através da análise de dados sociais e ambientais. 92f. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, 2014.

FRAGA-LAMAS, P.; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, T. M.; BLANCO-NOVOA, O.; VILAR-MONTESINOS, M. A. A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard. **IEEE Access**, v. 6, p. 13358-13375, 2018.

FREY, C.; OSBORNE, M. The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? **Oxford Martin School (OMS)** working paper. Oxford, 2013.

GALLIANO, G. **O método científico**: teoria e prática. São Paulo: Mosaico, 1979.

GANDOMI, A.; HAIDER, M. International Journal of Information Management Beyond the hype : Big data concepts , methods , and analytics. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015.

GARRATY, J.A. MCCAUGHEY, R.A. **The American Nation: A History of the United States**. 7th Ed. New York: Harper Collins Publishers, 1991.

GEHRKE, Lars et al. **A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future**: A German and American Perspective. VDI/ASME Industry 4.0 White Paper, p. 1-28, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILLE, B. **Histoire des Techniques**. Paris: Pléiade, Gallimard, 1978.

GOECKY, D.; SCHMITT, M.; LOSKYLL, M. Mensch-MaschineInteraktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: **Bauernhansl, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik**: Anwendung, Technologie und Migration, 2014.

GOECKY, D.; SCHMITT, M.; LOSKYLL, M.; et al. Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era. Proceedings - 2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 2014, p. 289-294, 2014.

GSMA - GLOBAL SYSTEM FOR MOBILECOMMUNICATIONS ASSOCIATION. Understanding the Internet of Things (IoT). **GSMA Connected Living**, n. July, 2014.

GUEDES, C.; ROSÁRIO, J. L. do. Informação e Conhecimento: os impactos na reorganização do mercado e do trabalho. **Desenvolvimento em Questão**, v. 3, n. 5, p. 9-34, 2005.

HECKLAU, F. et al. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.

HEERDT, M. L.; LEONEL, V. **Metodologia Científica e da Pesquisa**. UnisulVirtual, p. 266, 2007.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios**: A Literature Review; Working Paper, No. 01-2015; Technical University of Dortmund: Dortmund, Germany, 2015.

HILGER, J. C.a.R. Auto-ID integration-a bridge between worlds. **German Harting Magazine**, 14-15, 2013.

HIRSCH-KREINSEN, H., ITTERMANN, P., NIEHAUS, J. **Digitalisierung von Industriearbeit**: Forschungsstand und entwicklungsperspektiven, Technische Universität Dortmund, Berlin, 2015.

- HIRSCH-KREINSEN, H. Digitalisierung industrieller Arbeit: Entwicklungspfade und Perspektiven. **Journal for Labour Market Research**, v. 49, n. 1, p. 1-14, 2016.
- HOMPEL, T. M.; OTTO, B. Technik für die wandlungsfähige Logistik. Industrie 4.0. 23. **Deutscher Materialfluss-Kongress**, 2014.
- HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.
- HUANG, B.; LI, C.; YIN, C.; ZHAO, X. Cloud manufacturing service platform for small- and medium-sized enterprises. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 65, n. 9-12, p. 1261-1272, 2013.
- HUXTABLE, J.; SCHAEFER, D. On Servitization of the Manufacturing Industry in the UK. *Procedia CIRP*, v. 52, p. 46-51, 2016.
- ING DIBA. **Die Roboter kommen**. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, Economic Research, 2015.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **Factory of the Future** - White Paper; IEC: Geneva, Switzerland, 2015.
- ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION. The internet of things global standard initiative, ITU, 26th June 2015. [Online]. Available: <<http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>>, 2015.
- JENKINS, G.D.; TABER, T.D. A Monte Carlo study of factors affecting three indices of composite scale reliability. **Journal of Applied Psychology**. v.62, n. 4, p. 392-398, 1977.
- JUNIOR, G. T.; SALTORATO, P. Impactos da Indústria 4.0 na Organização do Trabalho: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.
- KAGERMANN, H. Change through digitization - value creation in the age of Industry 4.0, **Management of Permanent Change**, pp. 23-45, Springer, 2015.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. **ACATECH** National Academy of Science and Engineering: Frankfurt, Germany, pp. 13-78, 2013.
- KOCH, V.; KUGE, S.; GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S. Industry 4.0 - Opportunities and challenges of the industrial internet, **Strateg. Former. Booz Company, PwC**, vol. 13, pp. 1-52, 2014.
- KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e prática da pesquisa. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- LASI, H. FETTKE, P. KEMPER, H.-g. FELD, T. HOFFMANN, M. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, p. 239-242, 2014.

LEE, J. Industry 4.0 in Big Data Environment. **German Harting Magazine**, 8-10, 2013.

LEE, J.; B. BAGHERI, H.-A. ; KAO, A. Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, 3: p. 18-23, 2015.

LIU, Y.; WANG, L.; WANG, X.V.; XU, X.; ZHANG, L. Scheduling in cloud manufacturing: state-of-the-art and research challenges. **International Journal of Production Research**, v. 7543, p. 1-26, 2018.

LIMA, T. C. S de; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. Katál. Florianópolis**, v. 10, p. 37-45, 2007.

LISSITZ, R.W.; GREEN, S.B. Effect of the number of scale points on reliability: a Monte Carlo approach. **Journal of Applied Psychology**. v. 60, n. 1, p. 10-13, 1975.

LUCKE, D.; CONSTANTINESCU, C.; WESTKÄMPER, E. Smart Factory - A Step towards the Next Generation of Manufacturing, in: M. Mitsuishi, K. Ueda, F. Kimura (Eds.), **Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier**, Springer London, pp. 115-118, 2008.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: **EPU**, 1986.

MA, X.; TAO, F.; ZHANG, M.; WANG, T.; ZUO, Y. Digital twin enhanced human-machine interaction in product lifecycle. **Procedia CIRP**, v. 83, p. 789-793, 2019.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. **Departamento de Ciência de Computação e Estatística - IBILCE - UNESP**, p. 1-17, 2012.

MARTINS, H. H. T. de S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MIKALEF, P.; BOURA, M.; LEKAKOS, G.; KROGSTIE, J. Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach. **Journal of Business Research**, v. 98, n. July 2018, p. 261-276, 2019.

MIKALEF, P.; BOURA, M.; LEKAKOS, G.; KROGSTIE, J. Big Data Analytics Capabilities and Innovation: The Mediating Role of Dynamic Capabilities and Moderating Effect of the Environment. **British Journal of Management**, v. 30, n. 2, p. 272-298, 2019.

MIKALEF, P.; PAPPAS, I. O.; KROGSTIE, J.; GIANNAKOS, M. Big data analytics capabilities: a systematic literature review and research agenda. **Information Systems and e-Business Management**, v. 16, n. 3, p. 547-578, 2017.

MORALES-VELAZQUEZ, L.; ROMERO-TRONCOSO, R. de J.; HERRERA-RUIZ, G.; MORINIGO-SOTELO, D.; OSORNIO-RIOS, R. A. Smart sensor network for power quality monitoring in electrical installations. **Measurement: Journal of the International Measurement Confederation**, v. 103, p. 133-142, 2017.

- MOSCONI, F. **The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance.** London, England: Routledge, 2015.
- MOTTA, F. C. P. **Teoria Geral da Administração: Uma introdução.** São Paulo: Pioneira Administração e Negócios, 2000.
- MOTTA, F. C. P.; VASCONCELOS, I. F. G. **Teoria Geral da Administração** (3ª ed.). São Paulo: Atlas, 2001.
- MOTTA, F. C. P.; VASCONCELOS, I. F. G. T. **Teoria geral da administração.** 3ª Ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda. 2008.
- MOURTZIS, D.; VLACHOU, E.; MILAS, N. Industrial Big Data as a Result of IoT Adoption in Manufacturing. **Procedia CIRP**, v. 55, p. 290-295, 2016.
- MOURTZIS, D.; ZOGOPOULOS, V.; VLACHOU, E. Augmented Reality Application to Support Remote Maintenance as a Service in the Robotics Industry. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 46-51, 2017.
- NOGUEIRA, R. **Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, p. 1-27, 2002.
- OLIVEIRA, J. C. P. de.; OLIVEIRA, A. L. de.; MORAIS, F. de A. M.; SILVA, G. M. da.; SILVA, C. M. N. da. O questionário, o formulário e a entrevista como instrumentos de coleta de dados: vantagens e desvantagens do seu uso na pesquisa de campo em ciências humanas. **III CONEDU - Congresso Nacional de Educação**, v. 1, p. 1-13, 2016.
- OLIVEIRA, T. M. V. **Escala de mensuração de atitudes: Thurstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert.** FECAP, v. 2, n. 2, 2001.
- OSSEGE, A.; GARrafa, V. Bioética e mapeamento genético na seleção de trabalhadores. **Saúde em Debate**, v. 39, n. 104, p. 226-238, 2015.
- PALMA, J.M.B.; BUENO, U.S.; STOROLLI, W.G.; SCHIAVUZZO, P.L.; CESAR, F.I.G.; MAKIYA, I. K. Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. **6th International Workshop - Advances in Cleaner Production.** São Paulo, Brazil - May 24th to 26th, 2017.
- PIRES, E.; OVERBECK, M. A Concretização dos Direitos Fundamentais Prestacionais por Meio de Serviços Públicos Eficientes: Uma Análise sob a Ótica da Teoria Burocrática de Weber. In: **Seminário Internacional de Demandas Sociais e Políticas na Sociedade Contemporânea**, 11., 2014, Santa Cruz do Sul. Santa Cruz do Sul, p. 1 - 18, 2014.
- POSADA, J.; TORO, C.; BARANDIARAN, I.; OYARZUN, D.; STRICKER, D.; AMICIS, R.; PINTO, E.; EISERT, P.; DOLLNER, J.; VALLARINO, I. Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. **IEEE Comput. Gr. Appl.**, 35, p. 26-40, 2015.
- PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, Universidade Feevale, 2ª Ed, 276 p., 2013.

QIN, J.; LIU, Y.; GROSVENOR, R. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and beyond. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 173-178, 2016.

QUINTANEIRO, T.; BARBOSA, M. O.; OLIVEIRA, M. G. **Um toque de clássicos: Marx, Durkheim e Weber**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003.

RAZZA, B. M.; LUCIO, C. C.; SILVA, J. C. P.; PASCHOARELLI, L. C. **Da organização científica à ergonomia: a contribuição de Frederick Winslow Taylor**, São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 103 p., 2010.

REINHART, G.; ENGELHARDT, P.; GEIGER, F.; PHILIPP, T.; WAHLSTER, W.; ZÜHLKE, D.; SCHLICK, J.; BECKER, T.; LÖCKELT, M.; PIRVU, B.; STEPHAN, P.; HODEK, S.; SCHOLZ-REITER, B.; THOBEN, K.; GORLDT, C.; HRIBERNIK, K.; LAPPE, D.; VEIGT, M. Cyber-Physische Produktionssysteme. Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung durch die Vernetzung intelligenter Systeme in der Fabrik. **wt-online**. 103 (2), p. 84-89, 2013.

RENTZOS, L.; PAPANASTASIOU, S.; PAPAKOSTAS, N.; CHRYSSOLOURIS, G. **Augmented reality for human-based assembly: Using product and process semantics**. IFAC, v. 12, 2013.

RIBEIRO, J. M. C.; LOVISON, M.; SILVA, E. M. da.; SEVERO, E. A.; DORION, E. H. A Administração Clássica: Um Estudo Aplicado a Centrais de Atendimento (Call Center). **Revista de Administração IMED**, v. 5, n. 1, p. 49-58, 2015.

RIBEIRO, R. V. **Teorias da Administração**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 432 p., 2007.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. A Complex View of Industry 4.0. **SAGE Open**, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2016.

RÜßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing. **Boston Consulting Group (BCG)**, 2015.

SANTOS, V. G. V. A Administração Científica e sua colaboração para as organizações do século XXI. **Revista Eletrônica FACE**, p. 13, 2012.

SCHLICK, J.; STEPHAN, P.; LOSKYLL, M.; LAPPE, D. Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: **Bauernhansl, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien und Migration**, p. 57-84, 2014.

SCHMIDT, R. MÖHRING, M. HÄRTING, R.-C. REICHSTEIN, C. NEUMAIER, P. JOZINOVIĆ, P. Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results, in: W. Abramowicz (Ed.), Business Information Systems, **Springer International Publishing Switzerland**, pp. 16-27, 2015.

SCHUH, G.; STICH, V.; BROSZE, T.; FUCHS, S.; PULZ, C.; QUICK, J.; SCHÜRMEYER, M.; Bauhoff, F. High resolution supply chain management: Optimized processes based on self-optimizing control loops and real time data, **Prod. Eng.**, vol. 5, no. 4, pp. 433-442, 2011.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SENDER, U. **Industrie 4.0**. Springer, Berlin, 2013.

SHERIDAN, T.: **Humans and Automation: System Design and Research Issues**. John Wiley & Sons, New York, 2002.

SILVA, C. R. O. **Metodologia do trabalho científico**. Fortaleza: Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

SILVA, R. O. **Teorias da Administração**, São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 469, 2008.

SILVA JÚNIOR, S.D.; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **PMKT - Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, Brasil, v. 15, p. 1-16, out. 2014.

SINGH, S.; RAMAKRISHNA, S.; SINGH, R. Material issues in additive manufacturing: A review. **Journal of Manufacturing Processes**, v. 25, p. 185-200, 2017.

SIVATHANU, B.; PILLAI, R. Smart HR 4.0 - how industry 4.0 is disrupting HR, **Human Resource Management International Digest**, Vol. 26 Issue: 4, pp.7-11, 2018.

SOUZA, E. M. de; AGUIAR, A. C. Publicações póstumas de Henri Fayol: revisitando sua teoria administrativa. **RAM. Revista de Administração Mackenzie (Online)**, v. 12, n. 1, p. 204-227, 2011.

SPATH, D.; GANSCHAR, O.; GERLACH, S.; HÄMMERLE, M.; KRAUSE, T.,; SCHLUND, S. **Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0**. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2013.

SPARTA, M. ; LASSANCE, M. C. A orientação profissional e as transformações no mundo do trabalho. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v. 4, n. 1-2, p. 13-19, 2003.

SUBRAMANIAN, N.; JEYARAJ, A. Recent security challenges in cloud computing. **Computers and Electrical Engineering**, v. 71, n. June, p. 28-42, 2018.

TANG, T.; HO, A. T. K. A path-dependence perspective on the adoption of Internet of Things: Evidence from early adopters of smart and connected sensors in the United States. **Government Information Quarterly**, v. 36, n. 2, p. 321-332, 2019.

TAYLOR, F. W. **Princípios de Administração Científica**, 8 Ed. São Paulo: Atlas, p. 13-71, 1995.

TERZIDIS, O.; OBERLE D.; KADNER, K. **The Internet of Services and USDL**, [Online]. Available: <<https://www.w3.org/2011/10/integrationworkshop/p/USDLPositionPaper.pdf>>, 2012.

THOMPSON, M. K.; MORONI, G.; VANEKER, T.; FADEL, G.; CAMPBELL, R. I.; GIBSON, I.; BERNARD, A.; SCHULZ, J.; GRAFH, P.; AHUJA, B.; MARTINA, F. Design

for Additive Manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and constraints. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 65, n. 2, p. 737-760, 2016.

TOTI, I. J. C.; SANTOS, M. F. de O.; DANIEL, F. D. de P.; SILVA, R. R. C. C. A prevalência de elementos da teoria clássica da administração na estrutura de um call-center na contemporaneidade. **Encontro Nacional dos Cursos de Graduação em Administração - XXVIII ENANGRAD**, pp. 1-18, 2017.

TRINDADE, F. E. **Administração Científica de Taylor e as “novas formas” de organização do trabalho**: Possibilidades de coexistência? Um estudo de caso na indústria têxtil Catarinense. Florianópolis, p. 213, 2004.

TYSZKO, J.; SHEETS, R. **Building the talent pipeline**: an implementation guide, US Chamber of Commerce Foundation, Center for Education and Workforce, Washington, DC, 2015.

VELOSO, K. C. Escola Clássica da Administração e sua Influência nas Organizações Empresariais Contemporâneas. **Rev. Cienc. Gerenc.**, v. 19, n. 29, p. 41-46, 2015.

VERRIÈRE, P.; QUENEDEY, C. Can the Fourth Industrial Revolution Save French Industry?, **Wavestone**, pp. 0-3, 2016.

VIDIGAL, P. R.; MOTTA, A. V. de M.; BRITO, E. P. de.; GODOY, E. B. de. A Importância da Delimitação do Problema de Pesquisa para o Alinhamento do Trabalho Científico na Área da Administração de Empresas. **Revista Acadêmica Eletrônica Sumaré**, v. 5, n. 3, p. 17-36, 2010.

WAHLSTER, W. From Industry 1.0 to Industry 4.0: Towards the 4th Industrial Revolution, **Forum Business meets Research**, 2012.

WANG, X. V.; GIVEHCHI, M.; WANG, L. Manufacturing System on the Cloud: A Case Study on Cloud-based Process Planning. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 39-45, 2017.

WANG, L.; WANG, G. Big Data in Cyber-Physical Systems, Digital Manufacturing and Industry 4.0. **International Journal of Engineering and Manufacturing**, v. 6, n. 4, p. 1-8, 2016.

WEBER, E. Industrie 4.0 - Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. **Wirtschaftsdienst**, 2015.

WEISS, M.; ZILCH, A.; SCHMEILER, F. **Industrie 4.0 Status Quo und Entwicklungen in Deutschland**. Eine Analyse der Experten Group, 2014.

WHYSALL, Z.; OWTRAM, M.; BRITTAIN, S. The new talent management challenges of Industry 4.0. **Journal of Management Development**, v. 38, n. 2, p. 118-129, 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

WU, D.; SCHAEFER, D.; ROSEN, D. Cloud-Based Design and Manufacturing: Status and promise, **Cloud-Based Design and Manufacturing** , pp. 1-24, 2014.

XU, X. From cloud computing to cloud manufacturing. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 28, n. 1, p. 75-86, 2012.

ZHOU, K.; LIU, T.; LIANG, L. From cyber-physical systems to Industry 4.0: Make future manufacturing become possible. **International Journal of Manufacturing Research**, v. 11, n. 2, p. 167-188, 2016.

APÊNDICES

Os apêndices apresentados estão na devida ordem: A, B, C, D, E e F referentes à obtenção dos dados advindos dos respondentes que constituem os setores acadêmico e empresarial, dos países Brasil e Alemanha (Figura 22).

Figura 22 - Estrutura dos Apêndices.

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE A

Neste primeiro apêndice é apresentado o questionário utilizado como instrumento de coleta de dados, em sua versão em português direcionada à aplicação aos participantes brasileiros, e em inglês, aos participantes alemães (Tabelas 18 e 19). Os *links* para acesso ao questionário utilizado por meio virtual em português e em inglês, são, respectivamente:

- <https://forms.gle/3R9uGXGbZBJwtKKe7>
- <https://forms.gle/j6Z3HTBqzPuWPsrp6>

Tabela 18 - Questionário aplicado aos participantes brasileiros.

Trabalho humano na Indústria 4.0: Definindo percepções
<i>Pessoas e Indústria 4.0: Aspectos que envolvem o trabalho desempenhado por humanos no novo contexto industrial</i>

Olá nosso(a) prezado(a) profissional! Você é o(a) nosso(a) convidado(a) especial para participação em nossa pesquisa!

Este é um questionário estruturado fechado que tem como objetivo obter as suas afirmações a respeito de diversos aspectos referentes ao trabalho desempenhado por pessoas na chamada Indústria 4.0. Os dados advindos das suas afirmações passarão por posterior análise qualitativa de agrupamento a ser devidamente descrita no trabalho de pesquisa resultante na dissertação da aluna de pós-graduação Núbia Gabriela Pereira Carvalho, orientada pelo Prof. Dr. Edson Walimir Cazarini no Departamento de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos, na Universidade de São Paulo - EESC/USP.

É relevante destacar que garantimos a confidencialidade de sua identidade no tratamento e análise dos dados obtidos por meio de suas afirmações em nosso instrumento de pesquisa. Também mencionamos que os dados obtidos por meio de sua valiosa participação serão utilizados para fins puramente acadêmicos e científicos. Confiamos plenamente em sua alta capacidade de nos fornecer as suas valiosas percepções a respeito do trabalho humano na indústria 4.0, embasadas em seus preciosos conhecimentos e experiências.

Vamos lembrar o que é a Indústria 4.0?

A chamada “Indústria 4.0” ou “Quarta Revolução Industrial” foi mencionada pela primeira vez em 2011, na Alemanha, em um evento denominado “Hannover Fair”. O termo surge como uma iniciativa proposta pelo governo alemão de alavancar o crescimento da manufatura avançada, criando e deliberando políticas de incentivo à atividade industrial desenvolvida.

Este novo modelo industrial se difere das revoluções industriais anteriores por dois principais aspectos: Primeiro, porque foi verificada antes mesmo que ocorresse, ou seja, antes que houvesse uma massificação de indústrias no mesmo contexto. Em segundo, porque esta nova

indústria contém em si os chamados “Design Principles” que são os responsáveis por trazer todas as características inovadoras e disruptivas que o novo modelo apresenta. Estes princípios de design são apresentados como: Descentralização, Virtualização, Interoperabilidade, Modularidade, Capacidade em Tempo Real e Orientação a Serviços.

Estes princípios incluem em si um amplo conjunto de tecnologias, em grande parte inovadoras. Tais tecnologias são as responsáveis por trazer o teor que se tem comentado de conectividade e substituição do trabalho humano para algumas atividades.

Agora que já recordamos os principais conceitos que envolvem a indústria 4.0, vamos às afirmações? Mas antes nos informe, por favor, um pouco mais sobre você!

Informações Gerais

Nome: * *(Texto de resposta curta)*

Idade: * *(Texto de resposta curta)*

Nacionalidade: * *(Texto de resposta curta)*

Titulação: *

- ☐ Técnico
- ☐ Estudante de Graduação
- ☐ Graduado
- ☐ Estudante de Especialização
- ☐ Especialista
- ☐ Estudante de Mestrado
- ☐ Mestre
- ☐ Estudante de Doutorado
- ☐ Doutor

Área da Titulação: * *(Texto de resposta curta)*

Ocupação profissional: * *(Texto de resposta curta)*

Área da ocupação profissional: * *(Texto de resposta curta)*

Instituição: * *(Texto de resposta curta)*

Tempo de carreira profissional: * *(Texto de resposta curta)*

E-mail: * *(Texto de resposta curta)*

Questões

1 - A indústria 4.0 é um modelo parcialmente novo, pois apresenta características inovadoras na indústria, no entanto as tecnologias deste novo modelo já existiam anteriormente nas indústrias, o que muda é a conectividade entre elas. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

2 - Dentre os principais desafios encontrados para o estabelecimento de uma indústria 4.0 destacam-se o seu custo econômico e financeiro e a ausência de apoio governamental. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

3 - A alta produtividade é um dos fatores mais destacantes na indústria 4.0, devido aos seus recursos disponíveis humanos, físicos e tecnológicos, à capacidade de mudança e o solucionamento de problemas de forma ágil. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

4 - A indústria 4.0 é verdadeiramente um modelo de manufatura sustentável, uma vez que a utilização dos recursos é mais adequada e as máquinas e equipamentos têm ciclos de vida maiores. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

5 - Os princípios de design (Descentralização - Virtualização - Interoperabilidade - Modularidade - Capacidade em Tempo Real - Orientação a Serviços) na indústria 4.0 são interdependentes entre si, e sem um destes não se pode configurar uma indústria como 4.0. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

6 - As tecnologias presentes na indústria 4.0 são plenamente inéditas, não sendo verificadas em indústrias até cinco anos atrás. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

7 - A tendência das tecnologias 4.0 é substituir integralmente o trabalho desempenhado por humanos. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

8 - A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de sistemas virtuais e digitais. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

9 - A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de máquinas e equipamentos. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

10 - A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de inteligência artificial. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

Questões

11 - O processo de recrutamento e seleção de pessoas na indústria 4.0 prioriza por futuros colaboradores que entendam das novas tecnologias presentes no ambiente industrial. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

12 - O trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0 é plenamente intelectual e não mais ligado ao esforço físico. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

13 - As pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devem ter capacidades criativas para aperfeiçoar o próprio desempenho e de toda a indústria. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

14 - Na indústria 4.0 o trabalho humano é imparcial. Espera-se que todas as pessoas compreendam e sejam capazes de realizar as atividades que todas as outras pessoas fazem. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

15 - O trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao local de realização, não sendo necessário estar em tempo integral na indústria. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

16 - O trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao desempenho de funções, de modo que uma pessoa pode realizar por outra a sua tarefa. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

17 - Um colaborador ativo na indústria 4.0 deve compreender todos os seus processos conhecendo a capacidade e a limitação industrial, intervindo em ações sempre que necessário. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

18 - As pessoas devem desempenhar o seu trabalho resolvendo desafios, solucionando problemas e propondo soluções em tempo real. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

19 - Os trabalhadores devem atuar constantemente em equipes multidisciplinares que são formadas com objetivo e tempo definidos. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

20 - O foco dos processos de capacitação e treinamento das pessoas é direcionado completamente à aprendizagem e manuseio de novas tecnologias. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

Questões

21 - Pessoas de idade mais avançada são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua experiência na carreira industrial, mesmo que não tenham conhecimento tecnológico. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

22 - Pessoas de idade madura são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua responsabilidade e trajetória na carreira industrial, apresentando interesse em conhecimento tecnológico. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

23 - Pessoas jovens são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua agilidade comportamental frente ao dinamismo do ambiente 4.0 e a facilidade em aquisição de conhecimento tecnológico. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

24 - A taxa de ocorrência de turnover dos colaboradores na indústria 4.0 é alta. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

25 - A frequência de ocorrência de turnover dos colaboradores na indústria 4.0 é habitual. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

26 - Na indústria 4.0 não se faz projeções de carreiras longas como antigamente, uma vez que equipes de trabalho são constituídas com objetivo e fim determinados. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

27 - A estrutura da indústria 4.0 é mais horizontal, o que faz com que o nível estratégico seja constituído por menos pessoas. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

28 - O nível estratégico 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos diretores e muitos chefes. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

29 - O nível estratégico 4.0 é responsável apenas por deliberar as diretrizes de ação para a indústria e efetuar planejamentos para as áreas produtivas. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

30 - As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível estratégico 4.0 são mais especializadas, com maior conhecimento técnico. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

Questões

31 - Definitivamente o nível estratégico 4.0 não é o lugar para máquinas e sistemas autônomos. A presença de humanos é fundamental e inevitável. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

32 - O nível gerencial de uma indústria 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos gestores e muitos supervisores. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

33 - O nível gerencial 4.0 é responsável apenas por avaliar oportunidades de mercado e coordenar as pessoas para cumprir planejamentos. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

34 - As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível gerencial 4.0 possuem conhecimento técnico para projetar produtos e definir suas etapas de produção. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

35 - A quantidade de pessoas trabalhando no nível gerencial da indústria 4.0 é maior em relação ao nível estratégico. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

36 - Pessoas que trabalham no nível gerencial 4.0 não observam a capacidade produtiva das máquinas constantemente. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

37 - O nível operacional na indústria 4.0 não é como visto nas indústrias 3.0. Não há pessoas desempenhando trabalho nas linhas de produção. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

38 - O nível operacional na indústria 4.0 é constituído apenas por máquinas, equipamentos e robôs autônomos. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

39 - O nível operacional 4.0 é responsável apenas por verificar constantemente as atividades das linhas de produção e observar os relatórios dos sistemas virtuais. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

40 - As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível operacional 4.0 possuem conhecimento técnico para pôr em prática planejamentos e projetos, e monitorar processos de produção. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

Questões

41 - O nível operacional da indústria 4.0 é aquele que abrange a menor quantidade de pessoas realizando trabalho. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

42 - A nova educação transmitida às pessoas nas formações que referem-se à atividade industrial deve ser plenamente voltada à indústria 4.0. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

43 - Para que um estudante venha a ter um perfil profissional 4.0 é necessário que este tenha menos conteúdo teórico e mais prático. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

44 - Um perfil profissional 4.0 é obtido com atividades de pesquisa e desenvolvimento direcionados ao atendimento de uma necessidade real. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

45 - É preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 alcance capacidades técnicas de programação e análise de sistemas. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

46 - É preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 tenha competências multidisciplinares o que aumentará a sua capacidade de compreensão e criatividade. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

47 - A empregabilidade de pessoas na indústria 4.0 é muito baixa. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

48 - A tendência para os empregos das pessoas na indústria 4.0 é que sejam em grande parte extinguidos. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

49 - A maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de engenharia. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

50 - A maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de tecnologia da informação e comunicação. *

☐ Concordo plenamente ☐ Concordo ☐ Não concordo nem discordo ☐ Discordo ☐ Discordo plenamente

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 19 - Questionário aplicado aos participantes alemães.

Human work in Industry 4.0: Defining perceptions
<i>People and Industry 4.0: Aspects that involve the work performed by humans in the new industrial context</i>
Hello, our dear professional! You are our special guest to participate in our research!
<p>This is a closed structured questionnaire that aims to get your assertions about various aspects pertaining to the work performed by people in the so-called Industry 4.0. The data coming from her statements will go through a later qualitative grouping analysis to be duly described in the research work resulting in the dissertation of the graduate student Núbia Gabriela Pereira Carvalho, guided by Prof. Dr. Edson Walimir Cazarini in the Department of Production Engineering, of the School of Engineering of São Carlos, at the University of São Paulo - EESC/USP.</p> <p>It is important to highlight that we guarantee the confidentiality of your identity in the treatment and analysis of the data obtained through your affirmations in our research instrument. We also mentioned that the data obtained through your valuable participation will be used for purely academic and scientific purposes. We fully rely on your high ability to provide us with your valuable insights about human work in industry 4.0, grounded in your precious knowledge and experience.</p>
Let's recall what is Industry 4.0?
<p>The so-called "Industry 4.0" or "Fourth Industrial Revolution" was mentioned for the first time in 2011, in Germany, at an event called "Hannover Fair". The term appears as an initiative proposed by the German government to leverage the growth of the advanced manufacture, creating and deliberating policies of incentive to the developed industrial activity.</p> <p>This new industrial model differs from previous industrial revolutions by two main aspects: First, because it was verified before it happened, that is, before there was a massification of industries in the same context. Secondly, because this new industry contains within itself the so-called "Design Principles" that are responsible for bringing all the innovative and disruptive features that the new model presents. These design principles are presented as: Decentralization, Virtualization, Interoperability, Modularity, Real-Time Capability and Service Orientation.</p> <p>These principles include a broad range of technologies, largely innovative. These technologies are responsible for bringing what has been said about connectivity and the substitution of human work for some activities.</p> <p>Now that we recall the key concepts that surround industry 4.0, let's go to the affirmations? But first let us know a little more about you!</p>
General Information
Name: * (Short answer text)

Age: * (Short answer text)

Nationality: * (Short answer text)

Titration: *

- ☐ Technician
 - ☐ Graduation Student
 - ☐ Graduate
 - ☐ Specialization Student
 - ☐ Specialist
 - ☐ Master's Degree Student
 - ☐ Master
 - ☐ PhD Student
 - ☐ PhD
-

Titration Area: * (Short answer text)

Professional occupation: * (Short answer text)

Professional occupation area: * (Short answer text)

Institution: * (Short answer text)

Professional career time: * (Short answer text)

Email: * (Short answer text)

Questions

1 - Industry 4.0 is a partially new model, because it presents innovative features in the industry, however the technologies of this new model already existed in the industries, what changes is the connectivity between them. *

- ☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

2 - Among the main challenges encountered for the establishment of an industry 4.0 are the economic and financial costs and the lack of government support. *

- ☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

3 - High productivity is one of the most outstanding factors in the industry 4.0 due to its human, physical and technological resources available, the ability to change and solve problems in an agile way. *

- ☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree
-

Questions

4 - Industry 4.0 is truly a sustainable manufacturing model, as resource use is more appropriate and machinery and equipment have longer life cycles. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

5 - The design principles (Decentralization - Virtualization - Interoperability - Modularity - Real-Time Capability - Service Orientation) in industry 4.0 are interdependent with each other, and without one of these you can not set up an industry like 4.0. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

6 - The technologies present in the industry 4.0 are totally unprecedented and have not been verified in industries until five years ago. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

7 - The trend of technologies 4.0 is to fully replace the work performed by humans. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

8 - The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of virtual and digital systems. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

9 - The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of machines and equipment. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

10 - The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of artificial intelligence. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

11 - The process of recruiting and selecting people in industry 4.0 prioritizes future employees who understand the new technologies present in the industrial environment. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

12 - The work performed by people in industry 4.0 is fully intellectual and no longer connected to physical effort. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

13 - People, as employees in industry 4.0, must have creative skills to perfect their own performance and the industry as a whole. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

Questions

14 - In industry 4.0 human work is impartial. It is hoped that all people understand and be able to perform the activities that all other people do. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

15 - The work of people in industry 4.0 has greater flexibility as to the place of realization, not having to be full-time in industry. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

16 - The work of people in industry 4.0 has greater flexibility in the performance of functions, so that one person can perform his task for another. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

17 - An active collaborator in the industry 4.0 must understand all its processes knowing the capacity and the industrial limitation, intervening in actions whenever necessary. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

18 - People should do their job by solving challenges, solving problems and proposing solutions in real time. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

19 - Workers must constantly work in multidisciplinary teams that are formed with defined purpose and time. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

20 - The focus of the processes of capacitation and training of the people is directed completely to the learning and handling of new technologies. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

21 - Older people are more admitted in the industry 4.0 because of their industrial career experience, even if they have no technological knowledge. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

22 - People of mature age are more admitted in the industry 4.0 due to their responsibility and trajectory in the industrial career, presenting interest in technological knowledge. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

23 - Young people are more admitted in the industry 4.0 due to their behavioral agility in front of the dynamism of the environment 4.0 and the ease in acquiring technological knowledge. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

Questions

24 - The turnover rate of employees in industry 4.0 is high. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

25 - The frequency of employee turnover in industry 4.0 is habitual. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

26 - In industry 4.0 does not make long career projections as in the past, since work teams are constituted with certain purpose and end. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

27 - The structure of industry 4.0 is more horizontal, which means that the strategic level is made up of fewer people. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

28 - The strategic level 4.0 does not consist of many command hierarchies, such as many directors and many bosses. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

29 - The strategic level 4.0 is responsible only for deliberating the action guidelines for the industry and for carrying out planning for the productive areas. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

30 - People who carry out their work at strategic level 4.0 are more specialized, with greater technical knowledge. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

31 - Definitely the strategic level 4.0 is not the place for machines and autonomous systems. The presence of humans is fundamental and inevitable. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

32 - The managerial level of a industry 4.0 is not composed of many command hierarchies, such as many managers and many supervisors. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

33 - The managerial level 4.0 is responsible only for assessing market opportunities and coordinating people to carry out planning. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

34 - The people who carry out their work at managerial level 4.0 have the technical knowledge to design products and define their production steps. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

Questions

35 - The number of people working at the managerial level of industry 4.0 is higher than the strategic level. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

36 - People working at managerial level 4.0 do not constantly observe the productive capacity of machines. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

37 - The operational level in industry 4.0 is not as seen in industries 3.0. There are no people doing work on production lines. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

38 - The operational level in industry 4.0 consists only of machines, equipment and autonomous robots. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

39 - The operational level 4.0 is only responsible for constantly checking the activities of the production lines and observing the reports of the virtual systems. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

40 - The people who carry out their work at the operational level 4.0 have the technical knowledge to implement planning and projects and to monitor production processes. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

41 - The operational level of industry 4.0 is the one that has the least amount of people doing work. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

42 - The new education transmitted to people in formation related to industrial activity must be fully geared towards industry 4.0. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

43 - For a student to have a professional profile 4.0 it is necessary that this one has less theoretical content and more practical. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

44 - A professional profile 4.0 is obtained with research and development activities aimed at meeting a real need. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

45 - It is necessary that the student who seeks to have a professional profile 4.0 reaches technical capabilities of programming and analysis of systems. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

Questions

46 - It is necessary that the student who seeks to have a professional profile 4.0 has multidisciplinary skills which will increase his capacity for understanding and creativity. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

47 - The employability of people in industry 4.0 is very low. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

48 - The tendency for jobs in people in industry 4.0 is that they are largely extinguished. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

49 - The biggest job opening for people in industry 4.0 is in the area of engineering. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

50 - The biggest job opening for people in industry 4.0 is in the area of information and communication technology. *

☐ I fully agree ☐ I agree ☐ I don't agree or disagree ☐ I disagree ☐ I fully disagree

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B

Neste apêndice são apresentadas as Tabelas 20 e 21 referentes às respostas individuais para cada questão que compõe as categorias de análise, de cada indivíduo participante do setor acadêmico, dos dois países Brasil e Alemanha, respectivamente.

Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro.

QUESTÕES		INDIVÍDUOS	INDIV-BRA1 (IES-BRA1)	INDIV-BRA2 (IES-BRA2)	INDIV-BRA3 (IES-BRA3)	INDIV-BRA4 (IES-BRA4)
Conhecimentos sobre a Indústria 4.0				
1	A indústria 4.0 é um modelo parcialmente novo, pois apresenta características inovadoras na indústria, no entanto as tecnologias deste novo modelo já existiam anteriormente nas indústrias, o que muda é a conectividade entre elas.		2	5	2	4
2	Dentre os principais desafios encontrados para o estabelecimento de uma indústria 4.0 destacam-se o seu custo econômico e financeiro e a ausência de apoio governamental.		2	5	4	2
3	A alta produtividade é um dos fatores mais destacantes na indústria 4.0, devido aos seus recursos disponíveis humanos, físicos e tecnológicos, à capacidade de mudança e o solucionamento de problemas de forma ágil.		5	4	5	4
4	A indústria 4.0 é verdadeiramente um modelo de manufatura sustentável, uma vez que a utilização dos recursos é mais adequada e as máquinas e equipamentos têm ciclos de vida maiores.		4	3	4	2
5	Os princípios de <i>design</i> (Descentralização - Virtualização - Interoperabilidade - Modularidade - Capacidade em Tempo Real - Orientação a Serviços) na indústria 4.0 são interdependentes entre si, e sem um destes não se pode configurar uma indústria como 4.0.		3	5	4	1

Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro (continuação).

QUESTÕES		INDIV-BRA1 (IES-BRA1)	INDIV-BRA2 (IES-BRA2)	INDIV-BRA3 (IES-BRA3)	INDIV-BRA4 (IES-BRA4)
Tecnologias interferentes no Trabalho Humano					
6	As tecnologias presentes na indústria 4.0 são plenamente inéditas, não sendo verificadas em indústrias até cinco anos atrás.	2	2	2	1
7	A tendência das tecnologias 4.0 é substituir integralmente o trabalho desempenhado por humanos.	1	1	2	1
8	A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de sistemas virtuais e digitais.	3	5	3	2
9	A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de máquinas e equipamentos.	3	2	5	3
10	A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de inteligência artificial.	4	5	4	3
Recursos Humanos					
11	O processo de recrutamento e seleção de pessoas na indústria 4.0 prioriza por futuros colaboradores que entendam das novas tecnologias presentes no ambiente industrial.	4	5	4	4
12	O trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0 é plenamente intelectual e não mais ligado ao esforço físico.	4	3	5	4
13	As pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devem ter capacidades criativas para aperfeiçoar o próprio desempenho e de toda a indústria.	5	5	5	4
14	Na indústria 4.0 o trabalho humano é imparcial. Espera-se que todas as pessoas compreendam e sejam capazes de realizar as atividades que todas as outras pessoas fazem.	4	1	4	2
15	O trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao local de realização, não sendo necessário estar em tempo integral na indústria.	5	2	3	4

Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro (continuação).

QUESTÕES		INDIV-BRA1 (IES-BRA1)	INDIV-BRA2 (IES-BRA2)	INDIV-BRA3 (IES-BRA3)	INDIV-BRA4 (IES-BRA4)
Recursos Humanos					
16	O trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao desempenho de funções, de modo que uma pessoa pode realizar por outra a sua tarefa.	4	2	3	2
17	Um colaborador ativo na indústria 4.0 deve compreender todos os seus processos conhecendo a capacidade e a limitação industrial, intervindo em ações sempre que necessário.	4	5	4	2
18	As pessoas devem desempenhar o seu trabalho resolvendo desafios, solucionando problemas e propondo soluções em tempo real.	5	5	5	3
19	Os trabalhadores devem atuar constantemente em equipes multidisciplinares que são formadas com objetivo e tempo definidos.	5	5	5	2
20	O foco dos processos de capacitação e treinamento das pessoas é direcionado completamente à aprendizagem e manuseio de novas tecnologias.	4	5	4	4
21	Pessoas de idade mais avançada são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua experiência na carreira industrial, mesmo que não tenham conhecimento tecnológico.	3	2	2	1
22	Pessoas de idade madura são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua responsabilidade e trajetória na carreira industrial, apresentando interesse em conhecimento tecnológico.	4	5	4	1
23	Pessoas jovens são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua agilidade comportamental frente ao dinamismo do ambiente 4.0 e a facilidade em aquisição de conhecimento tecnológico.	3	5	5	1
24	A taxa de ocorrência de <i>turnover</i> dos colaboradores na indústria 4.0 é alta.	4	4	3	3
25	A frequência de ocorrência de <i>turnover</i> dos colaboradores na indústria 4.0 é habitual.	3	3	3	3
26	Na indústria 4.0 não se faz projeções de carreiras longas como antigamente, uma vez que equipes de trabalho são constituídas com objetivo e fim determinados.	2	1	4	3

Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro (continuação).

QUESTÕES		INDIV-BRA1 (IES-BRA1)	INDIV-BRA2 (IES-BRA2)	INDIV-BRA3 (IES-BRA3)	INDIV-BRA4 (IES-BRA4)
Estrutura Organizacional Hierárquica					
27	A estrutura da indústria 4.0 é mais horizontal, o que faz com que o nível estratégico seja constituído por menos pessoas.	4	4	4	3
28	O nível estratégico 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos diretores e muitos chefes.	4	3	4	2
29	O nível estratégico 4.0 é responsável apenas por deliberar as diretrizes de ação para a indústria e efetuar planejamentos para as áreas produtivas.	3	2	4	2
30	As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível estratégico 4.0 são mais especializadas, com maior conhecimento técnico.	4	5	4	2
31	Definitivamente o nível estratégico 4.0 não é o lugar para máquinas e sistemas autônomos. A presença de humanos é fundamental e inevitável.	5	2	2	2
32	O nível gerencial de uma indústria 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos gestores e muitos supervisores.	4	5	4	2
33	O nível gerencial 4.0 é responsável apenas por avaliar oportunidades de mercado e coordenar as pessoas para cumprir planejamentos.	3	3	4	2
34	As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível gerencial 4.0 possuem conhecimento técnico para projetar produtos e definir suas etapas de produção.	4	5	3	3
35	A quantidade de pessoas trabalhando no nível gerencial da indústria 4.0 é maior em relação ao nível estratégico.	2	2	3	3
36	Pessoas que trabalham no nível gerencial 4.0 não observam a capacidade produtiva das máquinas constantemente.	3	1	2	2
37	O nível operacional na indústria 4.0 não é como visto nas indústrias 3.0. Não há pessoas desempenhando trabalho nas linhas de produção.	2	2	2	3

Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro (continuação).

QUESTÕES		INDIV-BRA1 (IES-BRA1)	INDIV-BRA2 (IES-BRA2)	INDIV-BRA3 (IES-BRA3)	INDIV-BRA4 (IES-BRA4)
Estrutura Organizacional Hierárquica					
38	O nível operacional na indústria 4.0 é constituído apenas por máquinas, equipamentos e robôs autônomos.	2	4	2	2
39	O nível operacional 4.0 é responsável apenas por verificar constantemente as atividades das linhas de produção e observar os relatórios dos sistemas virtuais.	4	2	2	2
40	As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível operacional 4.0 possuem conhecimento técnico para pôr em prática planejamentos e projetos, e monitorar processos de produção.	4	5	4	4
41	O nível operacional da indústria 4.0 é aquele que abrange a menor quantidade de pessoas realizando trabalho.	3	5	4	3
Educação para Colaboradores 4.0					
42	A nova educação transmitida às pessoas nas formações que referem-se à atividade industrial deve ser plenamente voltada à indústria 4.0.	4	2	4	4
43	Para que um estudante venha a ter um perfil profissional 4.0 é necessário que este tenha menos conteúdo teórico e mais prático.	2	2	2	4
44	Um perfil profissional 4.0 é obtido com atividades de pesquisa e desenvolvimento direcionados ao atendimento de uma necessidade real.	5	5	4	4
45	É preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 alcance capacidades técnicas de programação e análise de sistemas.	4	4	3	4
46	É preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 tenha competências multidisciplinares o que aumentará a sua capacidade de compreensão e criatividade.	5	5	5	4

Tabela 20 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico brasileiro (continuação).

QUESTÕES		INDIVÍDUOS			
		INDIV-BRA1 (IES-BRA1)	INDIV-BRA2 (IES-BRA2)	INDIV-BRA3 (IES-BRA3)	INDIV-BRA4 (IES-BRA4)
Empregabilidade para Colaboradores 4.0					
47	A empregabilidade de pessoas na indústria 4.0 é muito baixa.	3	2	2	3
48	A tendência para os empregos das pessoas na indústria 4.0 é que sejam em grande parte extinguidos.	3	1	2	3
49	A maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de engenharia.	4	2	2	4
50	A maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de tecnologia da informação e comunicação.	4	4	2	4

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 21 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico alemão.

QUESTÕES		INDIVÍDUOS	INDIV-ALE1 (IES-ALE1)	INDIV-ALE2 (IES-ALE2)	INDIV-ALE3 (IES-ALE3)	INDIV-ALE4 (IES-ALE4)
Conhecimentos sobre a Indústria 4.0				
1	Industry 4.0 is a partially new model, because it presents innovative features in the industry, however the technologies of this new model already existed in the industries, what changes is the connectivity between them.		5	3	5	5
2	Among the main challenges encountered for the establishment of an industry 4.0 are the economic and financial costs and the lack of government support.		4	3	4	2
3	High productivity is one of the most outstanding factors in the industry 4.0 due to its human, physical and technological resources available, the ability to change and solve problems in an agile way.		4	3	4	4
4	Industry 4.0 is truly a sustainable manufacturing model, as resource use is more appropriate and machinery and equipment have longer life cycles.		3	4	5	4
5	The design principles (Decentralization - Virtualization - Interoperability - Modularity - Real-Time Capability - Service Orientation) in industry 4.0 are interdependent with each other, and without one of these you can not set up an industry like 4.0.		2	3	5	2
Tecnologias interferentes no Trabalho Humano				
6	The technologies present in the industry 4.0 are totally unprecedented and have not been verified in industries until five years ago.		2	1	3	1
7	The trend of technologies 4.0 is to fully replace the work performed by humans.		1	3	2	1
8	The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of virtual and digital systems.		1	3	3	2
9	The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of machines and equipment.		4	2	5	4
10	The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of artificial intelligence.		1	3	4	4

Tabela 21 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico alemão (continuação).

QUESTÕES		INDIV-AL1 (IES-AL1)	INDIV-AL2 (IES-AL2)	INDIV-AL3 (IES-AL3)	INDIV-AL4 (IES-AL4)
Recursos Humanos					
11	The process of recruiting and selecting people in industry 4.0 prioritizes future employees who understand the new technologies present in the industrial environment.	1	4	5	4
12	The work performed by people in industry 4.0 is fully intellectual and no longer connected to physical effort.	1	4	4	3
13	People, as employees in industry 4.0, must have creative skills to perfect their own performance and the industry as a whole.	1	4	5	4
14	In industry 4.0 human work is impartial. It is hoped that all people understand and be able to perform the activities that all other people do.	4	3	1	2
15	The work of people in industry 4.0 has greater flexibility as to the place of realization, not having to be full-time in industry.	4	2	4	5
16	The work of people in industry 4.0 has greater flexibility in the performance of functions, so that one person can perform his task for another.	2	3	1	3
17	An active collaborator in the industry 4.0 must understand all its processes knowing the capacity and the industrial limitation, intervening in actions whenever necessary.	1	2	1	4
18	People should do their job by solving challenges, solving problems and proposing solutions in real time.	4	3	3	3
19	Workers must constantly work in multidisciplinary teams that are formed with defined purpose and time.	1	4	5	4
20	The focus of the processes of capacitation and training of the people is directed completely to the learning and handling of new technologies.	1	4	5	4

Tabela 21 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico alemão (continuação).

QUESTÕES		INDIV-AL1 (IES-AL1)	INDIV-AL2 (IES-AL2)	INDIV-AL3 (IES-AL3)	INDIV-AL4 (IES-AL4)
Recursos Humanos					
21	Older people are more admitted in the industry 4.0 because of their industrial career experience, even if they have no technological knowledge.	2	2	2	3
22	People of mature age are more admitted in the industry 4.0 due to their responsibility and trajectory in the industrial career, presenting interest in technological knowledge.	3	2	2	2
23	Young people are more admitted in the industry 4.0 due to their behavioral agility in front of the dynamism of the environment 4.0 and the ease in acquiring technological knowledge.	4	2	4	4
24	The turnover rate of employees in industry 4.0 is high.	3	3	4	3
25	The frequency of employee turnover in industry 4.0 is habitual.	3	2	4	3
26	In industry 4.0 does not make long career projections as in the past, since work teams are constituted with certain purpose and end.	2	4	1	3
Estrutura Organizacional Hierárquica					
27	The structure of industry 4.0 is more horizontal, which means that the strategic level is made up of fewer people.	3	4	5	4
28	The strategic level 4.0 does not consist of many command hierarchies, such as many directors and many bosses.	2	1	5	4
29	The strategic level 4.0 is responsible only for deliberating the action guidelines for the industry and for carrying out planning for the productive areas.	3	4	5	4
30	People who carry out their work at strategic level 4.0 are more specialized, with greater technical knowledge.	2	1	4	4

Tabela 21 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico alemão (continuação).

QUESTÕES		INDIV-AL1 (IES-AL1)	INDIV-AL2 (IES-AL2)	INDIV-AL3 (IES-AL3)	INDIV-AL4 (IES-AL4)
Estrutura Organizacional Hierárquica					
31	Definitely the strategic level 4.0 is not the place for machines and autonomous systems. The presence of humans is fundamental and inevitable.	4	5	5	4
32	The managerial level of a industry 4.0 is not composed of many command hierarchies, such as many managers and many supervisors.	2	1	5	4
33	The managerial level 4.0 is responsible only for assessing market opportunities and coordinating people to carry out planning.	2	4	5	3
34	The people who carry out their work at managerial level 4.0 have the technical knowledge to design products and define their production steps.	2	5	2	3
35	The number of people working at the managerial level of industry 4.0 is higher than the strategic level.	1	1	4	2
36	People working at managerial level 4.0 do not constantly observe the productive capacity of machines.	4	3	4	4
37	The operational level in industry 4.0 is not as seen in industries 3.0. There are no people doing work on production lines.	1	5	2	3
38	The operational level in industry 4.0 consists only of machines, equipment and autonomous robots.	1	1	2	3
39	The operational level 4.0 is only responsible for constantly checking the activities of the production lines and observing the reports of the virtual systems.	1	5	2	3
40	The people who carry out their work at the operational level 4.0 have the technical knowledge to implement planning and projects and to monitor production processes.	3	1	4	4
41	The operational level of industry 4.0 is the one that has the least amount of people doing work.	3	4	4	2

Tabela 21 - Percepções individuais dos indivíduos do setor acadêmico alemão (continuação).

QUESTÕES		INDIVÍDUOS	INDIV-ALE1 (IES-ALE1)	INDIV-ALE2 (IES-ALE2)	INDIV-ALE3 (IES-ALE3)	INDIV-ALE4 (IES-ALE4)
Educação para Colaboradores 4.0						
42	The new education transmitted to people in formation related to industrial activity must be fully geared towards industry 4.0.		3	5	5	4
43	For a student to have a professional profile 4.0 it is necessary that this one has less theoretical content and more practical.		2	1	5	2
44	A professional profile 4.0 is obtained with research and development activities aimed at meeting a real need.		3	1	5	4
45	It is necessary that the student who seeks to have a professional profile 4.0 reaches technical capabilities of programming and analysis of systems.		5	4	5	4
46	It is necessary that the student who seeks to have a professional profile 4.0 has multidisciplinary skills which will increase his capacity for understanding and creativity.		4	4	5	4
Empregabilidade para Colaboradores 4.0						
47	The employability of people in industry 4.0 is very low.		2	3	3	2
48	The tendency for jobs in people in industry 4.0 is that they are largely extinguished.		2	1	3	2
49	The biggest job opening for people in industry 4.0 is in the area of engineering.		4	5	3	2
50	The biggest job opening for people in industry 4.0 is in the area of information and communication technology.		5	2	5	4

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE C

No apêndice C são apresentadas as Tabelas 22 e 23 referentes às respostas individuais para cada questão que compõe as categorias de análise, de cada indivíduo participante do setor empresarial, dos dois países Brasil e Alemanha, respectivamente.

Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro.

QUESTÕES	COLABORADORES						
	COL-BRA1 (EMP-BRA1)	COL-BRA2 (EMP-BRA2)	COL-BRA3 (EMP-BRA3)	COL-BRA4 (EMP-BRA4)	COL-BRA5 (EMP-BRA5)	COL-BRA6 (EMP-BRA6)	COL-BRA7 (EMP-BRA7)
Conhecimentos sobre a Indústria 4.0							
1	A indústria 4.0 é um modelo parcialmente novo, pois apresenta características inovadoras na indústria, no entanto as tecnologias deste novo modelo já existiam anteriormente nas indústrias, o que muda é a conectividade entre elas.						
	4	2	4	2	3	3	4
2	Dentre os principais desafios encontrados para o estabelecimento de uma indústria 4.0 destacam-se o seu custo econômico e financeiro e a ausência de apoio governamental.						
	2	2	4	1	2	4	2
3	A alta produtividade é um dos fatores mais destacantes na indústria 4.0, devido aos seus recursos disponíveis humanos, físicos e tecnológicos, à capacidade de mudança e o solucionamento de problemas de forma ágil.						
	3	3	4	2	4	3	4
4	A indústria 4.0 é verdadeiramente um modelo de manufatura sustentável, uma vez que a utilização dos recursos é mais adequada e as máquinas e equipamentos têm ciclos de vida maiores.						
	4	3	3	4	3	4	3
5	Os princípios de <i>design</i> (Descentralização - Virtualização - Interoperabilidade - Modularidade - Capacidade em Tempo Real - Orientação a Serviços) na indústria 4.0 são interdependentes entre si, e sem um destes não se pode configurar uma indústria como 4.0.						
	1	4	4	2	4	5	4

Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro (continuação).

QUESTÕES		COL-BRA1 (EMP-BRA1)	COL-BRA2 (EMP-BRA2)	COL-BRA3 (EMP-BRA3)	COL-BRA4 (EMP-BRA4)	COL-BRA5 (EMP-BRA5)	COL-BRA6 (EMP-BRA6)	COL-BRA7 (EMP-BRA7)
Tecnologias interferentes no Trabalho Humano								
6	As tecnologias presentes na indústria 4.0 são plenamente inéditas, não sendo verificadas em indústrias até cinco anos atrás.	1	2	2	1	2	2	2
7	A tendência das tecnologias 4.0 é substituir integralmente o trabalho desempenhado por humanos.	1	3	2	2	2	1	2
8	A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de sistemas virtuais e digitais.	2	2	3	2	2	2	2
9	A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de máquinas e equipamentos.	2	3	3	3	4	4	4
10	A ramificação de tecnologias 4.0 que é mais potencial para substituir o trabalho humano é a de inteligência artificial.	2	4	4	4	4	4	4
Recursos Humanos								
11	O processo de recrutamento e seleção de pessoas na indústria 4.0 prioriza por futuros colaboradores que entendam das novas tecnologias presentes no ambiente industrial.	2	3	5	4	4	4	4
12	O trabalho desempenhado por pessoas na indústria 4.0 é plenamente intelectual e não mais ligado ao esforço físico.	2	4	2	4	3	5	4
13	As pessoas, enquanto colaboradoras na indústria 4.0, devem ter capacidades criativas para aperfeiçoar o próprio desempenho e de toda a indústria.	5	5	4	4	4	5	5
14	Na indústria 4.0 o trabalho humano é imparcial. Espera-se que todas as pessoas compreendam e sejam capazes de realizar as atividades que todas as outras pessoas fazem.	3	3	2	2	4	2	2
15	O trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao local de realização, não sendo necessário estar em tempo integral na indústria.	3	4	3	4	4	4	4

Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro (continuação).

QUESTÕES		COL-BRA1 (EMP-BRA1)	COL-BRA2 (EMP-BRA2)	COL-BRA3 (EMP-BRA3)	COL-BRA4 (EMP-BRA4)	COL-BRA5 (EMP-BRA5)	COL-BRA6 (EMP-BRA6)	COL-BRA7 (EMP-BRA7)
Recursos Humanos								
16	O trabalho das pessoas na indústria 4.0 tem maior flexibilidade quanto ao desempenho de funções, de modo que uma pessoa pode realizar por outra a sua tarefa.	3	4	2	4	3	2	4
17	Um colaborador ativo na indústria 4.0 deve compreender todos os seus processos conhecendo a capacidade e a limitação industrial, intervindo em ações sempre que necessário.	4	3	3	4	4	3	5
18	As pessoas devem desempenhar o seu trabalho resolvendo desafios, solucionando problemas e propondo soluções em tempo real.	4	5	4	4	4	5	5
19	Os trabalhadores devem atuar constantemente em equipes multidisciplinares que são formadas com objetivo e tempo definidos.	4	5	3	5	4	4	4
20	O foco dos processos de capacitação e treinamento das pessoas é direcionado completamente à aprendizagem e manuseio de novas tecnologias.	1	3	2	4	3	1	4
21	Pessoas de idade mais avançada são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua experiência na carreira industrial, mesmo que não tenham conhecimento tecnológico.	1	4	3	2	2	2	3
22	Pessoas de idade madura são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua responsabilidade e trajetória na carreira industrial, apresentando interesse em conhecimento tecnológico.	1	3	3	2	4	3	4
23	Pessoas jovens são mais admitidas na indústria 4.0 devido à sua agilidade comportamental frente ao dinamismo do ambiente 4.0 e a facilidade em aquisição de conhecimento tecnológico.	1	3	4	4	3	3	3
24	A taxa de ocorrência de <i>turnover</i> dos colaboradores na indústria 4.0 é alta.	3	4	3	3	2	2	3
25	A frequência de ocorrência de <i>turnover</i> dos colaboradores na indústria 4.0 é habitual.	3	4	4	4	3	3	3
26	Na indústria 4.0 não se faz projeções de carreiras longas como antigamente, uma vez que equipes de trabalho são constituídas com objetivo e fim determinados.	1	4	3	2	4	1	3

Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro (continuação).

QUESTÕES		COL-BRA1 (EMP-BRA1)	COL-BRA2 (EMP-BRA2)	COL-BRA3 (EMP-BRA3)	COL-BRA4 (EMP-BRA4)	COL-BRA5 (EMP-BRA5)	COL-BRA6 (EMP-BRA6)	COL-BRA7 (EMP-BRA7)
Estrutura Organizacional Hierárquica								
27	A estrutura da indústria 4.0 é mais horizontal, o que faz com que o nível estratégico seja constituído por menos pessoas.	3	5	3	4	2	4	4
28	O nível estratégico 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos diretores e muitos chefes.	3	5	4	4	3	4	2
29	O nível estratégico 4.0 é responsável apenas por deliberar as diretrizes de ação para a indústria e efetuar planejamentos para as áreas produtivas.	3	3	3	2	2	4	2
30	As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível estratégico 4.0 são mais especializadas, com maior conhecimento técnico.	3	4	4	2	3	5	4
31	Definitivamente o nível estratégico 4.0 não é o lugar para máquinas e sistemas autônomos. A presença de humanos é fundamental e inevitável.	3	2	3	4	4	3	2
32	O nível gerencial de uma indústria 4.0 não é constituído por muitas hierarquias de comando, tais como muitos gestores e muitos supervisores.	3	4	4	4	3	4	3
33	O nível gerencial 4.0 é responsável apenas por avaliar oportunidades de mercado e coordenar as pessoas para cumprir planejamentos.	3	3	3	2	2	2	2
34	As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível gerencial 4.0 possuem conhecimento técnico para projetar produtos e definir suas etapas de produção.	3	4	3	3	4	4	4
35	A quantidade de pessoas trabalhando no nível gerencial da indústria 4.0 é maior em relação ao nível estratégico.	3	4	4	4	4	4	2
36	Pessoas que trabalham no nível gerencial 4.0 não observam a capacidade produtiva das máquinas constantemente.	2	3	3	4	4	1	2
37	O nível operacional na indústria 4.0 não é como visto nas indústrias 3.0. Não há pessoas desempenhando trabalho nas linhas de produção.	2	3	2	2	3	2	2

Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro (continuação).

QUESTÕES		COL-BRA1 (EMP-BRA1)	COL-BRA2 (EMP-BRA2)	COL-BRA3 (EMP-BRA3)	COL-BRA4 (EMP-BRA4)	COL-BRA5 (EMP-BRA5)	COL-BRA6 (EMP-BRA6)	COL-BRA7 (EMP-BRA7)
Estrutura Organizacional Hierárquica								
38	O nível operacional na indústria 4.0 é constituído apenas por máquinas, equipamentos e robôs autônomos.	1	2	2	2	2	1	2
39	O nível operacional 4.0 é responsável apenas por verificar constantemente as atividades das linhas de produção e observar os relatórios dos sistemas virtuais.	1	3	2	2	2	2	2
40	As pessoas que desempenham o seu trabalho no nível operacional 4.0 possuem conhecimento técnico para pôr em prática planejamentos e projetos, e monitorar processos de produção.	4	4	3	4	3	4	5
41	O nível operacional da indústria 4.0 é aquele que abrange a menor quantidade de pessoas realizando trabalho.	3	2	3	4	3	1	4
Educação para Colaboradores 4.0								
42	A nova educação transmitida às pessoas nas formações que referem-se à atividade industrial deve ser plenamente voltada à indústria 4.0.	1	4	2	2	3	2	2
43	Para que um estudante venha a ter um perfil profissional 4.0 é necessário que este tenha menos conteúdo teórico e mais prático.	2	4	3	2	3	2	5
44	Um perfil profissional 4.0 é obtido com atividades de pesquisa e desenvolvimento direcionados ao atendimento de uma necessidade real.	2	5	5	4	3	5	4
45	É preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 alcance capacidades técnicas de programação e análise de sistemas.	2	4	4	4	5	2	4
46	É preciso que o estudante que procura ter um perfil profissional 4.0 tenha competências multidisciplinares o que aumentará a sua capacidade de compreensão e criatividade.	4	5	4	5	4	5	4

Tabela 22 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial brasileiro (continuação).

QUESTÕES		COL-BRA1 (EMP-BRA1)	COL-BRA2 (EMP-BRA2)	COL-BRA3 (EMP-BRA3)	COL-BRA4 (EMP-BRA4)	COL-BRA5 (EMP-BRA5)	COL-BRA6 (EMP-BRA6)	COL-BRA7 (EMP-BRA7)
Empregabilidade para Colaboradores 4.0								
47	A empregabilidade de pessoas na indústria 4.0 é muito baixa.	1	3	3	2	4	2	2
48	A tendência para os empregos das pessoas na indústria 4.0 é que sejam em grande parte extinguidos.	1	4	3	2	3	2	2
49	A maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de engenharia.	3	3	3	3	4	3	4
50	A maior abertura para empregos das pessoas na indústria 4.0 é na área de tecnologia da informação e comunicação.	3	3	3	4	4	4	4

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão.

COLABORADORES		COL-ALE1 (EMP-ALE1)	COL-ALE2 (EMP-ALE2)	COL-ALE3 (EMP-ALE3)	COL-ALE4 (EMP-ALE4)	COL-ALE5 (EMP-ALE5)	COL-ALE6 (EMP-ALE6)	COL-ALE7 (EMP-ALE7)
QUESTÕES
Conhecimentos sobre a Indústria 4.0								
1	Industry 4.0 is a partially new model, because it presents innovative features in the industry, however the technologies of this new model already existed in the industries, what changes is the connectivity between them.	2	4	4	5	4	4	4
2	Among the main challenges encountered for the establishment of an industry 4.0 are the economic and financial costs and the lack of government support.	2	3	3	2	3	3	4
3	High productivity is one of the most outstanding factors in the industry 4.0 due to its human, physical and technological resources available, the ability to change and solve problems in an agile way.	4	4	4	4	5	2	4
4	Industry 4.0 is truly a sustainable manufacturing model, as resource use is more appropriate and machinery and equipment have longer life cycles.	2	4	3	3	5	1	3
5	The design principles (Decentralization - Virtualization - Interoperability - Modularity - Real-Time Capability - Service Orientation) in industry 4.0 are interdependent with each other, and without one of these you can not set up an industry like 4.0.	4	4	4	4	4	2	2
Tecnologias interferentes no Trabalho Humano								
6	The technologies present in the industry 4.0 are totally unprecedented and have not been verified in industries until five years ago.	2	5	2	2	2	1	3
7	The trend of technologies 4.0 is to fully replace the work performed by humans.	2	2	3	2	1	1	4
8	The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of virtual and digital systems.	2	4	4	4	2	2	4
9	The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of machines and equipment.	4	4	2	3	2	2	2

Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão (continuação).

QUESTÕES		COL-ALE1 (EMP-ALE1)	COL-ALE2 (EMP-ALE2)	COL-ALE3 (EMP-ALE3)	COL-ALE4 (EMP-ALE4)	COL-ALE5 (EMP-ALE5)	COL-ALE6 (EMP-ALE6)	COL-ALE7 (EMP-ALE7)
Tecnologias interferentes no Trabalho Humano								
10	The branch of technologies 4.0 that is most potential to replace human work is that of artificial intelligence.	2	4	3	5	2	2	5
Recursos Humanos								
11	The process of recruiting and selecting people in industry 4.0 prioritizes future employees who understand the new technologies present in the industrial environment.	5	5	4	4	5	3	5
12	The work performed by people in industry 4.0 is fully intellectual and no longer connected to physical effort.	2	4	4	2	3	2	3
13	People, as employees in industry 4.0, must have creative skills to perfect their own performance and the industry as a whole.	4	5	3	4	4	3	4
14	In industry 4.0 human work is impartial. It is hoped that all people understand and be able to perform the activities that all other people do.	2	3	1	4	3	3	2
15	The work of people in industry 4.0 has greater flexibility as to the place of realization, not having to be full-time in industry.	4	5	4	4	3	4	4
16	The work of people in industry 4.0 has greater flexibility in the performance of functions, so that one person can perform his task for another.	4	4	2	3	4	4	2
17	An active collaborator in the industry 4.0 must understand all its processes knowing the capacity and the industrial limitation, intervening in actions whenever necessary.	4	4	3	5	2	2	4
18	People should do their job by solving challenges, solving problems and proposing solutions in real time.	4	5	3	5	3	4	3
19	Workers must constantly work in multidisciplinary teams that are formed with defined purpose and time.	4	5	4	4	3	3	3

Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão (continuação).

QUESTÕES		COL-ALE1 (EMP-ALE1)	COL-ALE2 (EMP-ALE2)	COL-ALE3 (EMP-ALE3)	COL-ALE4 (EMP-ALE4)	COL-ALE5 (EMP-ALE5)	COL-ALE6 (EMP-ALE6)	COL-ALE7 (EMP-ALE7)
Recursos Humanos								
20	The focus of the processes of capacitation and training of the people is directed completely to the learning and handling of new technologies.	4	4	4	5	3	3	2
21	Older people are more admitted in the industry 4.0 because of their industrial career experience, even if they have no technological knowledge.	2	4	3	4	3	3	4
22	People of mature age are more admitted in the industry 4.0 due to their responsibility and trajectory in the industrial career, presenting interest in technological knowledge.	4	3	4	4	3	3	4
23	Young people are more admitted in the industry 4.0 due to their behavioral agility in front of the dynamism of the environment 4.0 and the ease in acquiring technological knowledge.	4	5	4	5	3	3	4
24	The turnover rate of employees in industry 4.0 is high.	2	4	3	1	3	2	4
25	The frequency of employee turnover in industry 4.0 is habitual.	4	4	3	3	3	4	3
26	In industry 4.0 does not make long career projections as in the past, since work teams are constituted with certain purpose and end.	2	5	3	5	3	3	5
Estrutura Organizacional Hierárquica								
27	The structure of industry 4.0 is more horizontal, which means that the strategic level is made up of fewer people.	2	3	4	4	3	4	4
28	The strategic level 4.0 does not consist of many command hierarchies, such as many directors and many bosses.	3	5	3	5	3	4	4

Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão (continuação).

QUESTÕES		COL-ALE1 (EMP-ALE1)	COL-ALE2 (EMP-ALE2)	COL-ALE3 (EMP-ALE3)	COL-ALE4 (EMP-ALE4)	COL-ALE5 (EMP-ALE5)	COL-ALE6 (EMP-ALE6)	COL-ALE7 (EMP-ALE7)
Estrutura Organizacional Hierárquica								
29	The strategic level 4.0 is responsible only for deliberating the action guidelines for the industry and for carrying out planning for the productive areas.	3	4	3	4	3	2	4
30	People who carry out their work at strategic level 4.0 are more specialized, with greater technical knowledge.	4	4	4	2	4	4	4
31	Definitely the strategic level 4.0 is not the place for machines and autonomous systems. The presence of humans is fundamental and inevitable.	4	5	3	5	4	5	5
32	The managerial level of a industry 4.0 is not composed of many command hierarchies, such as many managers and many supervisors.	3	5	3	5	3	4	4
33	The managerial level 4.0 is responsible only for assessing market opportunities and coordinating people to carry out planning.	2	3	4	4	3	2	2
34	The people who carry out their work at managerial level 4.0 have the technical knowledge to design products and define their production steps.	4	4	4	5	3	4	3
35	The number of people working at the managerial level of industry 4.0 is higher than the strategic level.	4	4	2	2	3	3	3
36	People working at managerial level 4.0 do not constantly observe the productive capacity of machines.	4	4	5	2	3	4	5
37	The operational level in industry 4.0 is not as seen in industries 3.0. There are no people doing work on production lines.	2	1	2	2	3	2	4
38	The operational level in industry 4.0 consists only of machines, equipment and autonomous robots.	2	2	2	2	3	1	4

Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão (continuação).

QUESTÕES		COL-ALE1 (EMP-ALE1)	COL-ALE2 (EMP-ALE2)	COL-ALE3 (EMP-ALE3)	COL-ALE4 (EMP-ALE4)	COL-ALE5 (EMP-ALE5)	COL-ALE6 (EMP-ALE6)	COL-ALE7 (EMP-ALE7)
Estrutura Organizacional Hierárquica								
39	The operational level 4.0 is only responsible for constantly checking the activities of the production lines and observing the reports of the virtual systems.	2	3	2	2	3	1	3
40	The people who carry out their work at the operational level 4.0 have the technical knowledge to implement planning and projects and to monitor production processes.	3	4	3	5	3	4	4
41	The operational level of industry 4.0 is the one that has the least amount of people doing work.	4	4	3	2	3	2	4
Educação para Colaboradores 4.0								
42	The new education transmitted to people in formation related to industrial activity must be fully geared towards industry 4.0.	4	4	4	5	4	2	4
43	For a student to have a professional profile 4.0 it is necessary that this one has less theoretical content and more practical.	2	5	3	4	4	2	4
44	A professional profile 4.0 is obtained with research and development activities aimed at meeting a real need.	4	4	2	2	4	3	4
45	It is necessary that the student who seeks to have a professional profile 4.0 reaches technical capabilities of programming and analysis of systems.	4	4	2	5	4	2	4
46	It is necessary that the student who seeks to have a professional profile 4.0 has multidisciplinary skills which will increase his capacity for understanding and creativity.	4	5	4	5	4	4	4

Tabela 23 - Percepções individuais dos colaboradores do setor empresarial alemão (continuação).

QUESTÕES		COL-ALE1 (EMP-ALE1)	COL-ALE2 (EMP-ALE2)	COL-ALE3 (EMP-ALE3)	COL-ALE4 (EMP-ALE4)	COL-ALE5 (EMP-ALE5)	COL-ALE6 (EMP-ALE6)	COL-ALE7 (EMP-ALE7)
Empregabilidade para Colaboradores 4.0								
47	The employability of people in industry 4.0 is very low.	2	2	3	3	3	2	3
48	The tendency for jobs in people in industry 4.0 is that they are largely extinguished.	1	2	2	4	2	2	4
49	The biggest job opening for people in industry 4.0 is in the area of engineering.	4	4	3	5	3	3	4
50	The biggest job opening for people in industry 4.0 is in the area of information and communication technology.	4	4	3	5	3	3	4

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE D

Neste apêndice são apresentadas as Tabelas (24 a 29) referentes às medianas, do setor acadêmico, deliberadas pelos dois países, Brasil e Alemanha, para cada questão que constitui as categorias de análise.

Tabela 24 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".

Conhecimentos sobre a Indústria 4.0			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Indústria 4.0 modelo inovador	3,0	5,0
B	Desafios para o estabelecimento	3,0	3,5
C	Alta Produtividade	4,5	4,0
D	Manufatura Sustentável	3,5	4,0
E	Interdependência dos Princípios de <i>Design</i>	3,5	2,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 25 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".

Tecnologias interferentes no Trabalho Humano			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Tecnologias Inéditas	2,0	1,5
B	Substituição Integral do Trabalho	1,0	1,5
C	Substituição por sistemas virtuais e digitais	3,0	2,5
D	Substituição por máquinas e equipamentos	3,0	4,0
E	Substituição por inteligência artificial	4,0	3,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 26 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Recursos Humanos".

Recursos Humanos			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Colaboradores que entendam as tecnologias	4,0	4,0
B	Trabalho intelectual	4,0	3,5
C	Capacidades criativas	5,0	4,0
D	Trabalho imparcial	3,0	2,5
E	Flexibilidade quanto ao local de trabalho	3,5	4,0
F	Flexibilidade quanto ao desempenho de funções	2,5	2,5
G	Compreensão dos processos industriais	4,0	1,5
H	Trabalho em tempo real	5,0	3,0
I	Equipes Multidisciplinares	5,0	4,0
J	Capacitação e Treinamento em tecnologias	4,0	4,0
K	Admissão de pessoas de idade avançada	2,0	2,0
L	Admissão de pessoas de idade madura	4,0	2,0
M	Admissão de pessoas jovens	4,0	4,0
N	Taxa de <i>turnover</i> alta	3,5	3,0
O	Frequência de <i>turnover</i> habitual	3,0	3,0
P	Projeções de carreiras longas	2,5	2,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 27 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".

Estrutura Organizacional Hierárquica			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Estrutura Horizontal	4,0	4,0
B	Nível Estratégico com hierarquia menor	3,5	3,0
C	Nível Estratégico responsável por diretrizes	2,5	4,0
D	Nível Estratégico mais especializado	4,0	3,0
E	Nível Estratégico sem máquinas e sistemas autônomos	2,0	4,5
F	Nível Gerencial com hierarquia menor	4,0	3,0
G	Nível Gerencial responsável por análise e coordenação	3,0	3,5
H	Nível Gerencial técnico e projetista	3,5	2,5
I	Maior quantidade de colaboradores no nível gerencial que estratégico	2,5	1,5
J	Nível Gerencial não coordena máquinas	2,0	4,0
K	Nível Operacional sem colaboradores	2,0	2,5
L	Nível Operacional robotizado	2,0	1,5
M	Nível Operacional responsável por monitoramento	2,0	2,5
N	Nível Operacional técnico e produtor	4,0	3,5
O	Menor quantidade de colaboradores está no nível operacional	3,5	3,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 28 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Educação para colaboradores 4.0".

Educação para colaboradores 4.0			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Formações industriais voltadas à Indústria 4.0	4,0	4,5
B	Menos conteúdos teóricos e mais práticos	2,0	2,0
C	Atividades de P&D voltadas às necessidades reais	4,5	3,5
D	Capacidades de programação e análise de sistemas	4,0	4,5
E	Competências Multidisciplinares	5,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 29 - Medianas do setor acadêmico para a categoria "Empregabilidade para colaboradores 4.0".

Empregabilidade para colaboradores 4.0			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Empregabilidade Baixa	2,5	2,5
B	Extinção de Empregos	2,5	2,0
C	Maior abertura de empregos em Engenharia	3,0	3,5
D	Maior abertura de empregos em Tecnologia de Informação e Comunicação	4,0	4,5

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE E

Neste apêndice são apresentadas as Tabelas (30 a 35) referentes às medianas, do setor empresarial, obtidas pelos dois países, Brasil e Alemanha, para cada questão que constitui as categorias de análise.

Tabela 30 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".

Conhecimentos sobre a Indústria 4.0			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Indústria 4.0 modelo inovador	3,0	4,0
B	Desafios para o estabelecimento	2,0	3,0
C	Alta Produtividade	3,0	4,0
D	Manufatura Sustentável	3,0	3,0
E	Interdependência dos Princípios de <i>Design</i>	4,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 31 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".

Tecnologias interferentes no Trabalho Humano			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Tecnologias Inéditas	2,0	2,0
B	Substituição Integral do Trabalho	2,0	2,0
C	Substituição por sistemas virtuais e digitais	2,0	4,0
D	Substituição por máquinas e equipamentos	3,0	2,0
E	Substituição por inteligência artificial	4,0	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 32 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Recursos Humanos".

Recursos Humanos			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Colaboradores que entendam as tecnologias	4,0	5,0
B	Trabalho intelectual	4,0	3,0
C	Capacidades criativas	5,0	4,0
D	Trabalho imparcial	2,0	3,0
E	Flexibilidade quanto ao local de trabalho	4,0	4,0
F	Flexibilidade quanto ao desempenho de funções	3,0	4,0
G	Compreensão dos processos industriais	4,0	4,0
H	Trabalho em tempo real	4,0	4,0
I	Equipes Multidisciplinares	4,0	4,0
J	Capacitação e Treinamento em tecnologias	3,0	4,0
K	Admissão de pessoas de idade avançada	2,0	3,0
L	Admissão de pessoas de idade madura	3,0	4,0
M	Admissão de pessoas jovens	3,0	4,0
N	Taxa de <i>turnover</i> alta	3,0	3,0
O	Frequência de <i>turnover</i> habitual	3,0	3,0
P	Projeções de carreiras longas	3,0	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 33 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".

Estrutura Organizacional Hierárquica			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Estrutura Horizontal	4,0	4,0
B	Nível Estratégico com hierarquia menor	4,0	4,0
C	Nível Estratégico responsável por diretrizes	3,0	3,0
D	Nível Estratégico mais especializado	4,0	4,0
E	Nível Estratégico sem máquinas e sistemas autônomos	3,0	5,0
F	Nível Gerencial com hierarquia menor	4,0	4,0
G	Nível Gerencial responsável por análise e coordenação	2,0	3,0
H	Nível Gerencial técnico e projetista	4,0	4,0
I	Maior quantidade de colaboradores no nível gerencial que estratégico	4,0	3,0
J	Nível Gerencial não coordena máquinas	3,0	4,0
K	Nível Operacional sem colaboradores	2,0	2,0
L	Nível Operacional robotizado	2,0	2,0
M	Nível Operacional responsável por monitoramento	2,0	2,0
N	Nível Operacional técnico e produtor	4,0	4,0
O	Menor quantidade de colaboradores está no nível operacional	3,0	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 34 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Educação para colaboradores 4.0".

Educação para colaboradores 4.0			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Formações industriais voltadas à Indústria 4.0	2,0	4,0
B	Menos conteúdos teóricos e mais práticos	3,0	4,0
C	Atividades de P&D voltadas às necessidades reais	4,0	4,0
D	Capacidades de programação e análise de sistemas	4,0	4,0
E	Competências Multidisciplinares	4,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 35 - Medianas do setor empresarial para a categoria "Empregabilidade para colaboradores 4.0".

Empregabilidade para colaboradores 4.0			
Questões		Brasil	Alemanha
A	Empregabilidade Baixa	2,0	3,0
B	Extinção de Empregos	2,0	2,0
C	Maior abertura de empregos em Engenharia	3,0	4,0
D	Maior abertura de empregos em Tecnologia de Informação e Comunicação	4,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE F

No presente apêndice são apresentadas as Tabelas (36 a 41) referentes às medianas, dos dois setores acadêmico e empresarial, obtidas pelos dois países, Brasil e Alemanha, para cada questão que compõe as categorias de análise.

Tabela 36 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Conhecimentos sobre a Indústria 4.0".

Conhecimentos sobre a Indústria 4.0					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
A	Indústria 4.0 modelo inovador	3,0	5,0	3,0	4,0
B	Desafios para o estabelecimento	3,0	3,5	2,0	3,0
C	Alta Produtividade	4,5	4,0	3,0	4,0
D	Manufatura Sustentável	3,5	4,0	3,0	3,0
E	Interdependência dos Princípios de <i>Design</i>	3,5	2,5	4,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 37 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Tecnologias interferentes no Trabalho Humano".

Tecnologias interferentes no Trabalho Humano					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
A	Tecnologias Inéditas	2,0	1,5	2,0	2,0
B	Substituição Integral do Trabalho	1,0	1,5	2,0	2,0
C	Substituição por sistemas virtuais e digitais	3,0	2,5	2,0	4,0
D	Substituição por máquinas e equipamentos	3,0	4,0	3,0	2,0
E	Substituição por inteligência artificial	4,0	3,5	4,0	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 38 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Recursos Humanos".

Recursos Humanos					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
A	Colaboradores que entendam as tecnologias	4,0	4,0	4,0	5,0
B	Trabalho intelectual	4,0	3,5	4,0	3,0
C	Capacidades criativas	5,0	4,0	5,0	4,0

Tabela 38 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Recursos Humanos" (continuação).

Recursos Humanos					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
D	Trabalho imparcial	3,0	2,5	2,0	3,0
E	Flexibilidade quanto ao local de trabalho	3,5	4,0	4,0	4,0
F	Flexibilidade quanto ao desempenho de funções	2,5	2,5	3,0	4,0
G	Compreensão dos processos industriais	4,0	1,5	4,0	4,0
H	Trabalho em tempo real	5,0	3,0	4,0	4,0
I	Equipes Multidisciplinares	5,0	4,0	4,0	4,0
J	Capacitação e Treinamento em tecnologias	4,0	4,0	3,0	4,0
K	Admissão de pessoas de idade avançada	2,0	2,0	2,0	3,0
L	Admissão de pessoas de idade madura	4,0	2,0	3,0	4,0
M	Admissão de pessoas jovens	4,0	4,0	3,0	4,0
N	Taxa de <i>turnover</i> alta	3,5	3,0	3,0	3,0
O	Frequência de <i>turnover</i> habitual	3,0	3,0	3,0	3,0
P	Projeções de carreiras longas	2,5	2,5	3,0	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 39 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica".

Estrutura Organizacional Hierárquica					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
A	Estrutura Horizontal	4,0	4,0	4,0	4,0
B	Nível Estratégico com hierarquia menor	3,5	3,0	4,0	4,0
C	Nível Estratégico responsável por diretrizes	2,5	4,0	3,0	3,0
D	Nível Estratégico mais especializado	4,0	3,0	4,0	4,0
E	Nível Estratégico sem máquinas e sistemas autônomos	2,0	4,5	3,0	5,0
F	Nível Gerencial com hierarquia menor	4,0	3,0	4,0	4,0
G	Nível Gerencial responsável por análise e coordenação	3,0	3,5	2,0	3,0
H	Nível Gerencial técnico e projetista	3,5	2,5	4,0	4,0
I	Maior quantidade de colaboradores no nível gerencial que estratégico	2,5	1,5	4,0	3,0
J	Nível Gerencial não coordena máquinas	2,0	4,0	3,0	4,0
K	Nível Operacional sem colaboradores	2,0	2,5	2,0	2,0
L	Nível Operacional robotizado	2,0	1,5	2,0	2,0
M	Nível Operacional responsável por monitoramento	2,0	2,5	2,0	2,0

Tabela 39 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Estrutura Organizacional Hierárquica" (continuação).

Estrutura Organizacional Hierárquica					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
N	Nível Operacional técnico e produtor	4,0	3,5	4,0	4,0
O	Menor quantidade de colaboradores está no nível operacional	3,5	3,5	3,0	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 40 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Educação para Colaboradores 4.0".

Educação para Colaboradores 4.0					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
A	Formações industriais voltadas à Indústria 4.0	4,0	4,5	2,0	4,0
B	Menos conteúdos teóricos e mais práticos	2,0	2,0	3,0	4,0
C	Atividades de P&D voltadas às necessidades reais	4,5	3,5	4,0	4,0
D	Capacidades de programação e análise de sistemas	4,0	4,5	4,0	4,0
E	Competências Multidisciplinares	5,0	4,0	4,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 41 - Medianas dos setores acadêmico e empresarial para a categoria "Empregabilidade para Colaboradores 4.0".

Empregabilidade para Colaboradores 4.0					
Questões		Brasil (Setor Acadêmico)	Alemanha (Setor Acadêmico)	Brasil (Setor Empresarial)	Alemanha (Setor Empresarial)
A	Empregabilidade Baixa	2,5	2,5	2,0	3,0
B	Extinção de Empregos	2,5	2,0	2,0	2,0
C	Maior abertura de empregos em Engenharia	3,0	3,5	3,0	4,0
D	Maior abertura de empregos em Tecnologia de Informação e Comunicação	4,0	4,5	4,0	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.