

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LEONARDO BRENO PESSOA DA SILVA**

**PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA ATUAÇÃO DO  
TRABALHADOR NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**LEONARDO BRENO PESSOA DA SILVA**

**PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA ATUAÇÃO DO  
TRABALHADOR NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0**

**Proposal for Mapping Competence for Worker Performance in The Context of  
Industry 4.0**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Profa. Dra. Joseane Pontes.

Coorientador: Prof. Dr. Luís Maurício Martins de Resende.

**PONTA GROSSA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Ponta Grossa**



LEONARDO BRENO PESSOA DA SILVA

**PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA ATUAÇÃO DO TRABALHADOR NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 24 de Maio de 2021

Prof.a Joseane Pontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Elaine Paiva Mosconi, Doutorado - Université de Sherbrooke

Prof.a Fernanda Tavares Treinta, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Luis Mauricio Martins De Resende, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Rui Tadashi Yoshino, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 24/05/2021.

**DEDICO** este trabalho aos meus pais  
(Edmilson Teixeira e Consuete Pessoa)  
por sempre me apoiar e entender meus  
quase 3000 km de distância.

## AGRADECIMENTOS

O mestrado é um caminho árduo e certamente não seria concluído se não pelo auxílio e apoio de diversos atores. Primeiramente, agradeço a Deus por sempre me proteger e ser meu guia, mesmo nos momentos mais difíceis, ele não me desamparou. Agradeço pelos momentos que me fizeram crescer como ser humano e por cuidar da minha saúde física e mental.

Aos meus pais (Edmilson e Consuete) por serem meu porto seguro. Eles nunca mediram esforços para me conceder o maior atributo deste mundo, a Educação. Agradeço o carinho, valores e ensinamentos que me fizeram ser a pessoa que eu sou hoje. Se hoje eu consegui concluir mais esta etapa, foi porque acima de todos, eles acreditaram que eu conseguiria. Aos meus irmãos, por compreenderem minha ausência ainda maior nos últimos anos e por saberem que eu estou correndo atrás dos meus sonhos, assim como eles o fizeram.

Aos meus amigos que no Pará deixei, em especial a Carol, Lara, Julliany, Priscylla e Julli, que mesmo de longe, estiveram perto, acreditaram que eu conseguiria, por mais que as adversidades fossem constantes. Um dos maiores desafios certamente foi a distância das pessoas que me viram crescer e fazia parte do meu cotidiano.

Aos amigos que no Paraná eu fiz, especialmente Rubia, André e sua família, por me acolherem neste mundo tão diferente do meu. Aos amigos que transcenderam ao PPGEP, em especial Vitor, Kaline, Camila, Ramon, Beth, Will Thales e Karol por fazerem desta jornada mais leve e por serem parceiros de saídas, almoços e além de ótimos pesquisadores, são seres humanos incríveis que levo em minha vida.

A minha orientadora, Profa. Dr. Joseane Pontes. Palavras me falta de agradecimento. Desde a seleção me recebeu de braços abertos e sempre foi além de orientadora, sempre entendeu que além de lidar com uma pessoa sendo iniciante em uma pesquisa, lidava também com uma pessoa que estava se inserido em um novo ambiente e com desafios além da vida acadêmica. Obrigado por ter acompanhado de perto todas as etapas que concluí no mestrado, desde disciplinas, a estágio, qualificação, artigos, orientação de TCC e agora defesa.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Luís Mauricio Martins de Resende, pelas orientações, ensinamentos, paciência e sempre por dispor de uma palavra confortante para os momentos mais tensos da jornada acadêmica. A Profa. Dra. Fernanda Treinta,

que além de valiosas contribuições na qualificação, foi essencial em vários momentos, desde as orientações, reuniões, artigos, estágio de docência e por sempre se colocar à disposição para qualquer dúvida que surgiu ao longo do mestrado.

Ao Prof. Dr. Rui Yoshino, pelas valiosas contribuições na qualificação, por auxiliar na coleta com os especialistas e por sempre repassar seus ensinamentos sobre Indústria 4.0 e sanar muitas dúvidas que surgiram. A Profa. Dra. Elaine Mosconi, pelas contribuições desde palestras proferidas até as contribuições na banca de defesa.

Aos especialistas da Indústria e da Academia que dedicaram um tempo e seu conhecimento a respeito desta pesquisa para responder ao questionário e me auxiliar a alcançar resultados relevantes.

Ao grupo de pesquisa EORE, pelas contribuições nas reuniões e sugestões de melhoria, sendo essencial para alcançar esses resultados. Agradeço em especial ao Gustavo por algumas horas dedicadas a me ensinar estatística e o voswier e a Leo por auxiliar na construção do questionário.

À UTFPR Ponta Grossa pela estrutura, professores e servidores de excelência em seus atributos.

A todos que direta e indiretamente auxiliaram na construção desta pesquisa, da minha construção como pesquisador e como pessoa, um sincero agradecimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) – código de financiamento 001 - pela bolsa de estudos concedida.

## RESUMO

SILVA, L. B. P. **Proposta De Mapeamento De Competências Para Atuação Do Trabalhador No Contexto Da Indústria 4.0**. 2021. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.

As transformações advindas da Indústria 4.0 estão sendo discutidas pelas comunidades científicas, industrial e até renomadas consultorias ao redor do mundo. Dentre os aspectos relevantes sobre as mudanças advindas da 4ª Revolução Industrial, as discussões relacionadas aos Recursos Humanos 4.0, como o desenvolvimento de competências de trabalho, necessitam de atenção acadêmica. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo propor o mapeamento das competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0. Para tanto, foi realizado uma Revisão Sistemática de Literatura, que permitiu desenvolver uma ferramenta para mapeamento de competências importantes para as principais tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0. Como método para levantamento bibliográfico, utilizou-se o PRISMA, realizando uma revisão sistemática de literatura a respeito das Competências para Indústria 4.0 (56 artigos), além dos relatórios de consultoria utilizados como fonte de competências, sendo submetidos a análise de conteúdo, com auxílio do Software QSR NVIVO® versão 10, no intuito de mapear as Competências na literatura. Essas competências foram base da construção da ferramenta para identificar as competências mais importantes a partir da consulta com especialistas, sendo esses dados analisados segundo o Índice de Importância Relativa e Análise de Clusters. Com base no portfólio bibliográfico, foram catalogadas 56 Competências Socioemocionais e Técnicas e relacionadas a 13 Tecnologias Impulsionadoras referenciados na literatura. Após a consulta com especialistas, foram identificadas as 10 competências Socioemocionais e Técnicas mais importantes para cada tecnologia analisadas. Além disso, foi construído uma Análise de Cluster onde percebeu-se o agrupamento de tecnologias, conforme os índices de competências e o comportamento das competências em cada grupo formado. Com isso, este estudo possibilita avançar com conhecimento a respeito das competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0, auxiliando os Recursos Humanos 4.0 a disseminar as transformações necessárias para a força de trabalho a partir das necessidades específicas a cada tecnologia digital impulsionadora da Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0; Recursos Humanos 4.0; Competências; Índice de Importância Relativa; Análise de Clusters.

## ABSTRACT

SILVA, L. B. P. **Proposal for Mapping Competence for Worker Performance in The Context of Industry 4.0.** 2021. 159 p. Thesis (Master's Degree in Production Engineering) Pos-Graduate Program in Production Engineering, Federal University of Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2021.

The transformations arising from Industry 4.0 are being discussed by scientific, industrial communities and even renowned consultants around the world. Among a relevant aspect of the changes arising from the 4th Industrial Revolution, aspects related to Human Resources 4.0, such as the development of work competence, highlighting scientific attention. Therefore, the present work aims to proportionate the mapping of the important competences for the worker's performance in the context of Industry 4.0. For that, a systematic literature search was carried out, which developed a tool for mapping important competences for the main driving technologies of Industry 4.0. As a methodology for bibliographic survey, PRISMA was used, conducting a systematic review of the literature on Competencies for Industry 4.0 (56 papers), in addition to the consultancy reports used as a source of competences, with content analysis compiled, with the assistance of of the QSR NVIVO® Software version 10, in order to map the Competencies in the literature. These competencies were the basis for the construction of the tool to identify the most important competences based on consultation with specialists, and these data are according to the Relative Importance Index and Cluster Analysis. Based on the bibliographic portfolio, 56 Soft and Hard Skill were cataloged and related to 13 Driving Technologies referenced in the literature. After consultation with specialists, the 10 most important Soft and Hard Skill for each technology analyzed were identified. In addition, a Cluster Analysis was built where the grouping of technologies was configured, according to the competency indices and the behavior of the competencies in each formed group. With this, this study makes it possible to advance with knowledge about the important skills for the worker's performance in the context of Industry 4.0, helping Human Resources 4.0 to publicize the necessary transformations for the workforce based on the specific needs of each driving digital technology. of Industry 4.0.

**Keywords:** Industry 4.0; Human Resource 4.0; Competence; Relative Importance Index; Cluster Analysis.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Prospecção de divisão de horas de trabalho entre pessoas e máquinas. ....	16
Figura 2 - Estrutura da Pesquisa .....	21
Figura 3 - Histórico das Revoluções Industriais .....	24
Figura 4 - Tecnologias Impulsionadoras .....	27
Figura 5 - Relação da Indústria 4.0 e as Competências .....	30
Figura 6 - Recursos Humanos 4.0 .....	32
Figura 7 - Competência e seus Elementos .....	41
Figura 8 - Combinação entre Competências Socioemocionais e Técnicas .....	44
Figura 9 – Fluxograma da Metodologia da Pesquisa .....	50
Figura 10 - Etapas de Construção da Base Teórica.....	52
Figura 11 - Fluxo de Informações do PRISMA.....	56
Figura 12 - Interface do NVIVO 10.....	59
Figura 13 - Exemplo do nó Flexibilidade .....	60
Figura 14 - Agrupamento Nó e Sub-nó .....	61
Figura 15 - Maior Titulação .....	66
Figura 16 - Gráfico de Tempo de Atuação .....	66
Figura 17 - Tempo de Atuação com Indústria 4.0 .....	67
Figura 18 - Quantitativo de Respostas por Tecnologias Impulsionadoras .....	67
Figura 19 - Escala de Importância .....	69
Figura 20 - Framework de Análise Multivariada .....	70
Figura 21 - Evolução de Publicação ao Longo dos Anos .....	74
Figura 22 - Nuvem de Palavras .....	77
Figura 23 - Mapa de Árvore das Competências Socioemocionais .....	83
Figura 24 - Mapa de Árvore das Competências Técnicas.....	88
Figura 25 - Rede de Relação entre Competências Socioemocionais e Tecnologias Impulsionadoras .....	109
Figura 26 – Rede de Relação entre Competências Técnicas e as Tecnologias.....	110
Figura 27 - Formação dos Clusters.....	112

## LISTA QUADROS

Quadro 1 - Tecnologias Impulsionadoras apresentado em alguns estudos .....	26
Quadro 2 – Exemplos de Programas de Treinamento .....	38
Quadro 3 - Elementos de Competência .....	39
Quadro 4 - Conceitos de Competência e Habilidade .....	41
Quadro 5 - Resumo da Estrutura da Pesquisa .....	48
Quadro 6 - Combinação de Palavras-Chave.....	54
Quadro 7 - Protocolo de Pesquisa .....	54
Quadro 8 - Modelo de Questionário Utilizado .....	62
Quadro 9 - Características dos Especialistas.....	65
Quadro 10 - Principais Journals.....	75
Quadro 11 - 5 artigos mais citados .....	75
Quadro 12 - Top Autores .....	76
Quadro 13 - Competências Socioemocionais .....	79
Quadro 14 - Competências Técnicas.....	84

## LISTA TABELAS

Tabela 1 - IRR das Competências Socioemocionais para Internet das Coisas .....	89
Tabela 2 - IRR das Competências Técnicas para Internet das Coisas.....	90
Tabela 3 - IRR das Competências Socioemocionais para Sistema Ciber Físico .....	91
Tabela 4 - IRR das Competências Técnicas para Sistema Ciber Físico.....	92
Tabela 5 - IRR das Competências Socioemocionais para Big Data .....	93
Tabela 6 - IRR das Competências Técnicas para Big Data.....	93
Tabela 7 - IRR das Competências Socioemocionais para Realidade Virtual e Aumentada..	94
Tabela 8 - IRR das Competências Técnicas para Realidade Virtual e Aumentada .....	95
Tabela 9 - IRR das Competências Socioemocionais para Simulação .....	96
Tabela 10 - IRR das Competências Técnicas para Simulação.....	97
Tabela 11 - IRR das Competências Socioemocionais para Manufatura Aditiva .....	97
Tabela 12 - IRR das Competências Técnicas para Manufatura Aditiva.....	98
Tabela 13 - IRR das Competências Socioemocionais para Segurança Cibernética.....	99
Tabela 14 - IRR das Competências Técnicas para Segurança Cibernética .....	99
Tabela 15 - IRR das Competências Socioemocionais para Computação em Nuvem.....	100
Tabela 16 - IRR das Competências Técnicas para Computação em Nuvem .....	101
Tabela 17 - IRR das Competências Socioemocionais para Robôs Autônomos.....	102
Tabela 18 - IRR das Competências Técnicas para Robôs Autônomos .....	102
Tabela 19 - IRR das Competências Socioemocionais para Integração de Sistemas .....	103
Tabela 20 - IRR das Competências Técnicas para Integração de Sistemas .....	103
Tabela 21 - IRR das Competências Socioemocionais para Inteligência Artificial .....	104
Tabela 22 - IRR das Competências Técnicas para Inteligência Artificial .....	105
Tabela 23 - IRR das Competências Socioemocionais para Aprendizagem de Máquina ....	106
Tabela 24 - IRR das Competências Técnicas para Aprendizagem de Máquina.....	106
Tabela 25 - IRR das Competências Socioemocionais para Sensores Inteligentes.....	107
Tabela 26 - IRR das Competências Técnicas para Sensores Inteligentes .....	108
Tabela 27 - Resultado do Test-T.....	113

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral .....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2.1 Relação do Tema com Engenharia de Produção e Grupo de Pesquisa EORE	18
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	19
1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	20
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
2.1. INDÚSTRIA 4.0 .....	22
2.1.1. Histórico da Indústria 4.0.....	23
2.1.2 Tecnologias Impulsionadoras.....	25
2.2 RECURSOS HUMANOS 4.0.....	31
2.2.1. Novos Postos de Trabalho e Trabalhadores 4.0 .....	34
2.2.2. Programas de Treinamento.....	36
2.3 COMPETÊNCIA PARA INDÚSTRIA 4.0 .....	39
2.4 COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS E COMPETÊNCIAS TÉCNICAS .....	42
2.5 COMPETÊNCIAS PARA INDÚSTRIA 4.0 A PARTIR DE RELATÓRIOS TÉCNICOS.....	44
2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	46
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	48
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	48
3.2 FASE 1: BASE TEÓRICA .....	50
3.2.1 Etapa 1: Revisão Sistemática de Literatura.....	51
3.2.2 Passo 2: Análise Bibliométrica .....	57
3.2.3 Relatórios de Consultoria Identificados .....	57
3.2.4 Etapa 2: Análise de Conteúdo .....	59
3.3 FASE 2 – BASE FERRAMENTAL .....	61
3.3.1 Etapa 3 - Ferramenta de Mapeamento de Competências.....	62
3.3.2 Passo 5: Pré-teste.....	64
3.3.3 Passo 6: Aplicação da Ferramenta com especialistas .....	64
3.3.4 Etapa 4: Método Estatístico.....	68
3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....	71
<b>4. ANÁLISES DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	73
4.1 FASE 1 - BASE TEÓRICA .....	73
4.1.1 Passo 2 – Análise Bibliométrica .....	73

4.1.2 Etapa 2 – Análise de Conteúdo.....	77
4.2 FASE 2 – BASE FERRAMENTAL .....	89
4.2.1 Passo 7 - Índice de Importância Relativa (IRR).....	89
4.2.2 Passo 8 - Análise de Cluster .....	111
4.2.3 Dashboard.....	117
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	120
5.1 ANÁLISE DOS OBJETIVOS .....	120
5.2 APLICAÇÃO .....	121
5.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS .....	121
5.4 CONTRIBUIÇÕES PARA O TRABALHO .....	122
5.5 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	122
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	124
<b>APÊNDICE 1 – QUANTITATIVO BRUTO DE BUSCAS DE ACORDO COM AS COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE .....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE 2 – LISTA DE ARTIGOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E RELATÓRIOS UTILIZADOS COMO FONTE.....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA .....</b>	<b>151</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da digitalização nos sistemas produtivos (MATT et al., 2020) impulsionaram o surgimento da Indústria 4.0, caracterizado pela proliferação de dispositivos inteligentes e conectados. Liu e Xu (2017) caracterizam Indústria 4.0 pela utilização do Sistema Ciber Físico para conectar o mundo físico do digital, sendo um sistema que considera a conectividade constante, assistência humana e a tomada de decisão descentralizada (MUHURI, SHUKLA e ABRAHAM, 2019).

Para que as máquinas se tornem inteligentes, uma série de tecnologias impulsionadoras são requisitadas. A Internet das Coisas permite interconectar coisas, serviços e pessoas (MATT et al., 2020; SONY e NAIK, 2020), criando uma cadeia de valor digital e conectando produtos, ambiente e máquinas. A Inteligência Artificial contribui para o desenvolvimento de softwares e robôs, tornando-os autônomos. Porém, essas mudanças somente serão aproveitadas caso haja adaptação do mercado de trabalho, pois quanto maior a inteligência do sistema tecnológico, mais dados serão gerados e conseqüentemente serão necessários trabalhadores qualificados (CAGLIANO et al., 2019; JERMAN, PEJIC BACH e ALEKSI, 2020).

Uma pesquisa da Mckinsey Company (2020) revelou que 1/3 das empresas participantes acelerou a digitalização devido a pandemia de Covid-19, além disso, 2/3 adotaram a utilização de Inteligência Artificial e Automação para digitalizar os canais com os clientes. Sendo assim, os desafios globais aceleraram a adoção das tecnologias digitais, avançando sobre os ambientes de trabalho e influenciando no comportamento do mercado de trabalho.

Os desafios da força de trabalho são reforçados pela pesquisa da Deloitte (2021) em que afirmam que um pouco menos de 33% dos trabalhadores estão preparados para as mudanças tecnológicas, principalmente para o trabalho remoto. Devido a importância das pessoas e como os fatores humanos são gerenciados para o sucesso da transformação digital, a Gestão de Recursos Humanos (GRH ou RH) é requisitada. Segundo Gooderham, Mayrhofer e Brewster (2019) e Liboni et al. (2019) o RH é o processo de gestão de pessoas das organizações abrangendo métodos de gerenciá-las e manter alinhada de acordo com as partes interessadas.

Devido a revolução 4.0 ser considerada sócio-técnica (FARERI et al., 2020), com repercussão tanto nos recursos tecnológicos e nos recursos humanos, são necessários novos conhecimentos sobre a transição do próprio RH em RH 4.0. Esse

novo paradigma, conhecido também como RH Inteligente 4.0 (*Smart Human Resource* 4.0) é um conceito desenvolvido pelas aplicações das tecnologias digitais advindas da Indústria 4.0 na própria área de Recursos Humanos (SIVATHANU e PILLAI, 2018), tornando-os ágeis, garantindo bem-estar dos trabalhadores e extraindo maior potencial das pessoas para novas tarefas (MAZURCHENKO et al., 2019).

Para o desenvolvimento das tarefas de trabalho, uma série de competências são requisitadas para enfrentar os desafios advindos das aplicações de tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0. Competência, segundo Salman, Ganie e Sallem (2020) é definido como conhecimento, habilidade, método e teoria aplicado a atribuições de trabalho que uma pessoa utiliza em determinadas tarefas. Esses atributos auxiliam no desenvolvimento do trabalho, e, trazendo para o contexto 4.0, auxiliam na aplicação das tecnologias digitais (JERMAN, PEJIC BACH e ALEKSI, 2020).

A questão de competências é reforçada pela pesquisa da MANPOWER, como apresentado por Rasca (2018), em que as principais razões para o déficit de talentos estavam relacionadas as novas exigências de mercado, devido a digitalização, automatização e transformação das empresas. As principais mencionadas foram a falta de candidatos (29%), falta de competências (transversais e técnicas) (29%) e falta de experiência dos candidatos (20%).

Devido a aplicação de tecnologias avançadas, uma série de competências serão necessárias para sua utilização (MAISIRI, DARWISH e DYK, 2019). Portanto, é necessário que as empresas auxiliem aos trabalhadores a aprender e reaprender novas competências (DO, YEH e MADSEN, 2016), pois a diferença do trabalhador tradicional e o 4.0 é relacionado a lacuna de competências e conhecimento, sendo o último além de operacionalização, a gestão e tomada de decisão sobre os dados gerados (GALATI e BIGLIARDI, 2018; NARDO, FORINO e MURINO, 2020).

Esse avanço digital e disruptivo crescente que a 4ª Revolução Industrial direciona as empresas, especificamente voltadas às mudanças relacionadas aos postos de trabalho, faz com que as empresas busquem estudos relacionados a identificação e desenvolvimento de competências necessárias para manutenção do trabalho. Isso pode direcionar os esforços, por parte da Gestão de Recursos Humanos, a potencializar as competências carentes aos seus trabalhadores e/ou buscar talentos com as competências necessárias para atuação de acordo com as

tecnologias da Indústria 4.0. Portanto, mapear as competências é de suma importância para direcionar esses esforços.

Neste contexto, a presente pesquisa pretende responder a seguinte pergunta: **Como identificar as competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0?**

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Propor o mapeamento das competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais Tecnologias Impulsionadoras no contexto da Indústria 4.0;
- Caracterizar o Estado da Arte sobre competências para a Indústria 4.0;
- Identificar as competências importantes para o contexto da Indústria 4.0 na literatura;
- Construir uma ferramenta de mapeamento de competências de acordo com as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0;
- Aplicar a ferramenta com especialistas da indústria e academia;
- Determinar as competências mais importantes de acordo com a visão de especialistas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Schwab (2016) constata que as revoluções industriais ocorrem quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos. Portanto, não somente aos ambientes industriais, mas essas mudanças reverberam ao comportamento da sociedade, devido a alterações nos ambientes de trabalho. Se essas mudanças forem gerenciadas de forma correta, uma nova era de bons empregos e melhor qualidade de vida para a população será realidade (*WORLD ECONOMIC FORUM*, 2018).

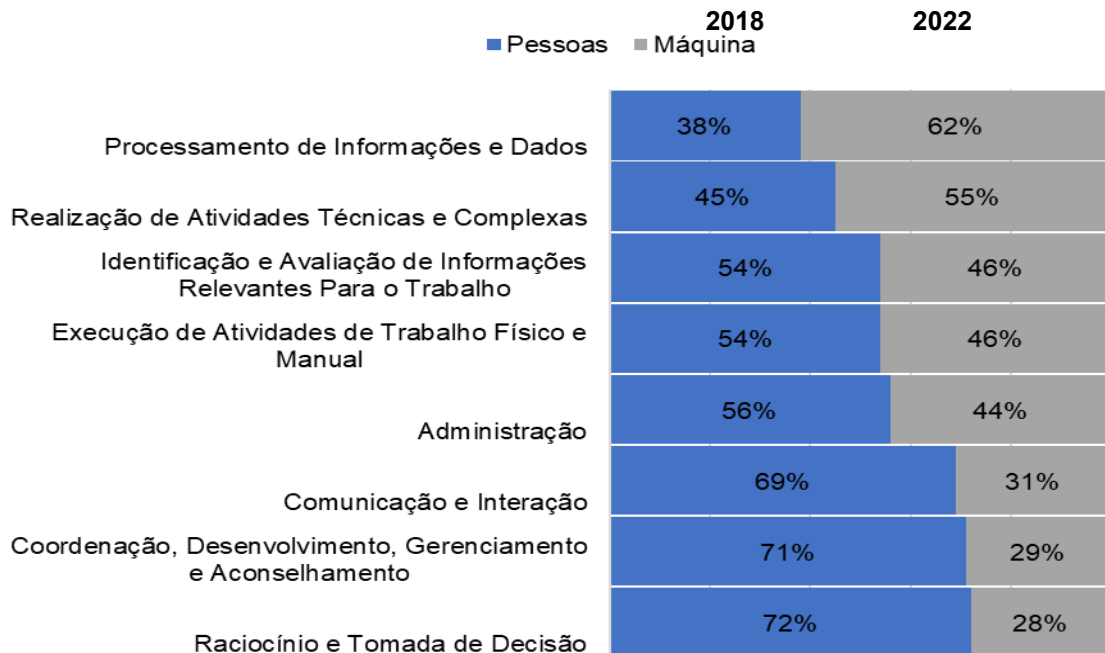
Entretanto, em lado oposto, representa risco de aumentar lacunas de competências, maior desigualdade e uma ampla polarização, principalmente relacionado a diferença entre países desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos (*WORLD ECONOMIC FORUM*, 2018). Isso remete a importância de compreender essa nova revolução (MULLER, KIEL e VOIGT, 2018) e formular estratégias para utilizar as novas tecnologias de forma eficiente e benéfica para empresa e sociedade.

Ao ambiente industrial, o emprego de tecnologias que impulsionam a Indústria 4.0 trará impactos positivos as organizações, como por exemplo, flexibilidade em desenvolvimento de produtos e processos, descentralização de hierarquias, melhora da qualidade do produto (LASI et al., 2014) e independência de máquinas (SUNG, 2018). Porém, apesar da transformação tecnológica, as pessoas ainda têm papel principal para a efetivação dessa mudança e sua utilização ao longo do tempo, como evidenciado na pesquisa do *World Economic Forum* (2020) onde a principal barreira para a adoção de novas tecnologias é a lacuna de competência do mercado de trabalho (55,4%).

O aumento das tecnologias transformará os trabalhos operacionais mais simples a partir das tecnologias digitais, dispensando as pessoas de tarefas repetitivas e utilizando o capital humano para tomadas de decisão e raciocínio. Porém, ainda há um receio em relação a questões de substituição das pessoas pelas tecnologias. A Figura 1, como uma pesquisa do *WORLD ECONOMIC FORUM* (2018), apresenta uma prospecção entre as horas de trabalho dividida entre pessoas e máquinas.



**Figura 1 - Prospecção de divisão de horas de trabalho entre pessoas e máquinas.**



**Fonte: Adaptado do *World Economic Forum* (2018).**

Com base na Figura 1, projeta a proporção de horas divididas entre pessoas e máquinas demonstrando que as máquinas não substituirão as pessoas e sim respondem as necessidades delas (ERRO-GARCES, 2019). Por exemplo, o processo de raciocínio e tomada de decisão em 2018 sendo subdividido entre 81% realizado por pessoas e 19% pelas máquinas, em 2022 tem uma prospecção de 72% continuando a ser realizado por pessoas e 28% ser realizado por máquinas.

Isso é evidenciado pela capacidade humana de aprendizagem, criatividade e resolução de problemas são únicas e difíceis de transferir para uma máquina (HANNOLA et al., 2018). Qualificações, habilidades, competências e estrutura de aprendizagem adequados são questões relevantes para apoiar a agenda futura para organizações, possibilitando que as pessoas utilizem as tecnologias digitais efetivamente (MOLINO, CORTESE e GHISLIERI, 2020), transformando os perfis e trabalho e requisitando novas formações educacionais com foco nas Competências Socioemocionais, além das Competências Técnicas (RA et al., 2019).

Na academia, Sumer (2018) descreve que numerosos estudos têm sido realizados sobre a Indústria 4.0, principalmente relacionado ao ambiente manufatureiro (KAZANCOGLU e OZKAN-OZEN, 2018). Dentre os temas pesquisados, novas tendências no mercado de trabalho e se essa nova onda de aplicação tecnológica provocara aumento ou não na quantidade de emprego (GALATI e BIGLIARDI, 2019).

No entanto, embora muitos trabalhos sejam pesquisados a respeito o tema de Recursos Humanos e desenvolvimento de competências no contexto da Indústria 4.0, verifica-se que há um gap de literatura com relação a estudos sobre as transformações dos Recursos Humanos 4.0 e no mapeamento de competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0, principalmente identificando quais competências necessárias para cada tecnologia específica. Autores como Prifti et al. (2017), Sackey e Bester (2016) e Jerman, Bach e Bertonec (2018) apontam necessidade de pesquisas na área, principalmente para identificar quais competências são importantes, para posteriormente mensurá-las e aperfeiçoá-las com qualificação adequada. Corroborando com os autores, Pontes (2021) afirma ainda que para as empresas alcançarem assertivos programas de treinamento em seus mais diversos níveis de necessidade digital, considerando a necessidade de qualificação ou requalificação dos novos perfis de trabalho, serão fundamentais a identificação das competências 4.0 que se relacionam com tais programas de treinamento e novos perfis de trabalho.

Portanto, o presente trabalho pretende mapear competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0, apresentando uma lista hierarquizada de Competências Socioemocionais e Técnicas para cada tecnologia analisada. O resultado pode ser utilizado para programas de qualificação e nas buscas de talentos mais assertivas de acordo com as necessidades das empresas. Diante do contexto apresentado, o presente trabalho pretende contribuir no âmbito econômico, social e acadêmico:

- **Econômico:** promover eficiência na gestão de recursos humanos no ambiente da Indústria 4.0, a partir da compreensão das competências do trabalhador da era digital e as necessidades da força de trabalho, focando nas tecnologias que a compõe. Conhecer as competências pode auxiliar em seleção/recrutamento, treinamento e até engajamento de equipe, diminuindo *turnover* e possíveis demissões. Além disso, os programas de treinamento oferecidos podem focar nas competências de real necessidade para o mercado de trabalho.
- **Social:** as mudanças nas características de trabalho, precisam ser entendidas, especialmente focando no fator humano. Sendo assim, a preparação dos trabalhadores para enfrentar esse desafio é essencial para o desenvolvimento de novas competências que serão requisitadas, permitindo superar os desafios

impostas pelas novas tecnologias com maior eficiência, minimizando os riscos de desqualificação profissional e de desemprego;

- **Acadêmico:** identificar quais competências são necessárias para a atuação dos trabalhadores no contexto da Indústria 4.0 proporcionando a compreensão do fator humano na revolução digital. Esse trabalho pode contribuir para os institutos de qualificação pertinente a I4.0 como modo de entender quais os requisitos necessários para as novas forças de trabalho que irão ocupar os cargos novos e os que sofrerão alteração com o emprego dessas novas tecnologias. Além disso, permite contribuir com pesquisas para a evolução dos modelos de prontidão e maturidade relacionado a Indústria 4.0 e suas tecnologias impulsionadoras, área de Recursos Humanos 4.0, Educação e Força de Trabalho.

#### 1.2.1 Relação do Tema com Engenharia de Produção e Grupo de Pesquisa EORE

Compete ao Engenheiro de Produção projetar, aperfeiçoar, e implementar sistemas integrados de pessoas, materiais, informações, tecnologia, equipamentos, bens e serviços. Seu embasamento teórico abrange as áreas do conhecimento de ciências físicas, matemáticas e sociais e métodos e princípios de engenharia (FLEURY, 2008). Portanto, esse profissional é responsável pela integração de uma diversificada quantidade de recursos transformadores capazes de integrar o ambiente produtivo.

Sendo assim, esse trabalho integra o viés tecnologia e pessoas, ou seja, as transformações que a Indústria 4.0 acarreta as competências para a atuação do trabalhador nesse novo contexto, sendo esses recursos transformadores de um ambiente industrial ou de serviços. Portanto, cabe ao Engenheiro de Produção minimizar os impactos que essa transformação tecnológica acarreta aos sistemas produtivos.

O presente trabalho está inserido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Ponta Grossa), abrangendo a linha de pesquisa de Gestão do Conhecimento e Inovação. Esta linha permite desenvolvimento de pesquisas voltadas a desenvolver estratégias para as organizações se manterem competitivas no

mercado. Dentro da linha, há o grupo de pesquisa de Engenharia Organizacional e Redes de Empresas (EORE) o qual o presente trabalho faz parte.

O grupo trabalha com desenvolvimento de pesquisas voltados a Engenharia Organizacional com intuito de avaliar, comparar e propor metodologia de gestão. Com o advento da nova revolução industrial, pesquisas sobre as transformações decorrentes aos ambientes industriais e como as novas tecnologias podem impactar áreas como qualidade, sustentabilidade, recursos humanos e educação.

Essas investigações auxiliarão na construção do conhecimento de como a Indústria 4.0 transformará o ambiente de trabalho, força de trabalho e as competências importantes para Indústria 4.0.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho é delimitado no momento que o escopo é definido. O contexto 4.0 é conhecido pela aplicação de uma série de tecnologias, neste trabalho tratadas como Tecnologias Impulsionadoras. Sua aplicação possibilita mudanças disruptivas, permitindo processos mais eficientes, novos produtos e serviços, novas estruturas organizacionais e novos modelos de negócios (FLORES, XU e LU, 2020; SOUSA e ROCHA, 2019). Portanto, este trabalho pretende-se focar nas principais tecnologias impulsionadoras, delimitadas na Seção 2.1.2.

Para os trabalhadores extraírem os benefícios das intervenções tecnológicas de forma mais eficiente, é necessário compreender as transformações na área de gerenciamento das pessoas, os Recursos Humanos (GARCIA-ARROYO e OSCA, 2019). Por meio do entendimento dos Recursos Humanos 4,0 e sua relação com a organização, pode-se entender como ele dissemina as competências 4.0 nas organizações para que as empresas se tornem 4.0, alinhando sua força de trabalho aos desafios impostos pela Indústria 4.0. Portanto, este trabalho não considera delimitação de níveis organizacionais e sim focar no elo de competências e as tecnologias impulsionadoras.

Para melhor compreensão serão apresentadas subdivisões de Competências, sendo a divisão utilizada por este estudo Socioemocionais e Técnicas. Laker e Powell (2011) e Hendarman e Tjakraatmadja (2012) definem Competências Técnicas (*Hard Skills*) como competências que envolvem o trabalho com equipamentos, dados e *softwares*, ou seja, a capacidade de realizar certo tipo de

tarefa ou atividade. As Competências Socioemocionais (*Soft Skills*) são competências pessoais, como capacidade de gerenciar a si mesmo e a forma de lidar com outras pessoas, ou seja, melhoram interações de um indivíduo e seu desempenho no trabalho (RA et al., 2019). Outra delimitação é em relação ao conceito de competência e habilidade, este trabalho somente considera a competência e não a habilidade que são inseridas nela.

Em relação a Revisão Sistemática de Literatura realizada, a busca pelos artigos foi realizada em Maio de 2020, sendo a primeira etapa de realização desta pesquisa. Os especialistas consultados foram pesquisadores e profissionais que trabalham com tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0, principalmente relacionado ao desenvolvimento de pesquisas e sua aplicação, não levando em consideração porte da empresa ou perfil de trabalho.

#### 1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

A presente pesquisa está estruturada de forma a responder aos objetivos propostos. Sendo assim, a Figura 2 apresenta a estruturação do trabalho e considerações que sobre o assunto a ser tratado.

O Capítulo 1 (**Introdução**) apresentou as considerações iniciais para o estudo, estruturado de acordo com os seguintes tópicos: considerações iniciais, objetivo geral, os objetivos específicos, justificativa, a relação do tema com o Programa de Pós-Graduação e o grupo de pesquisa e delimitação do estudo.

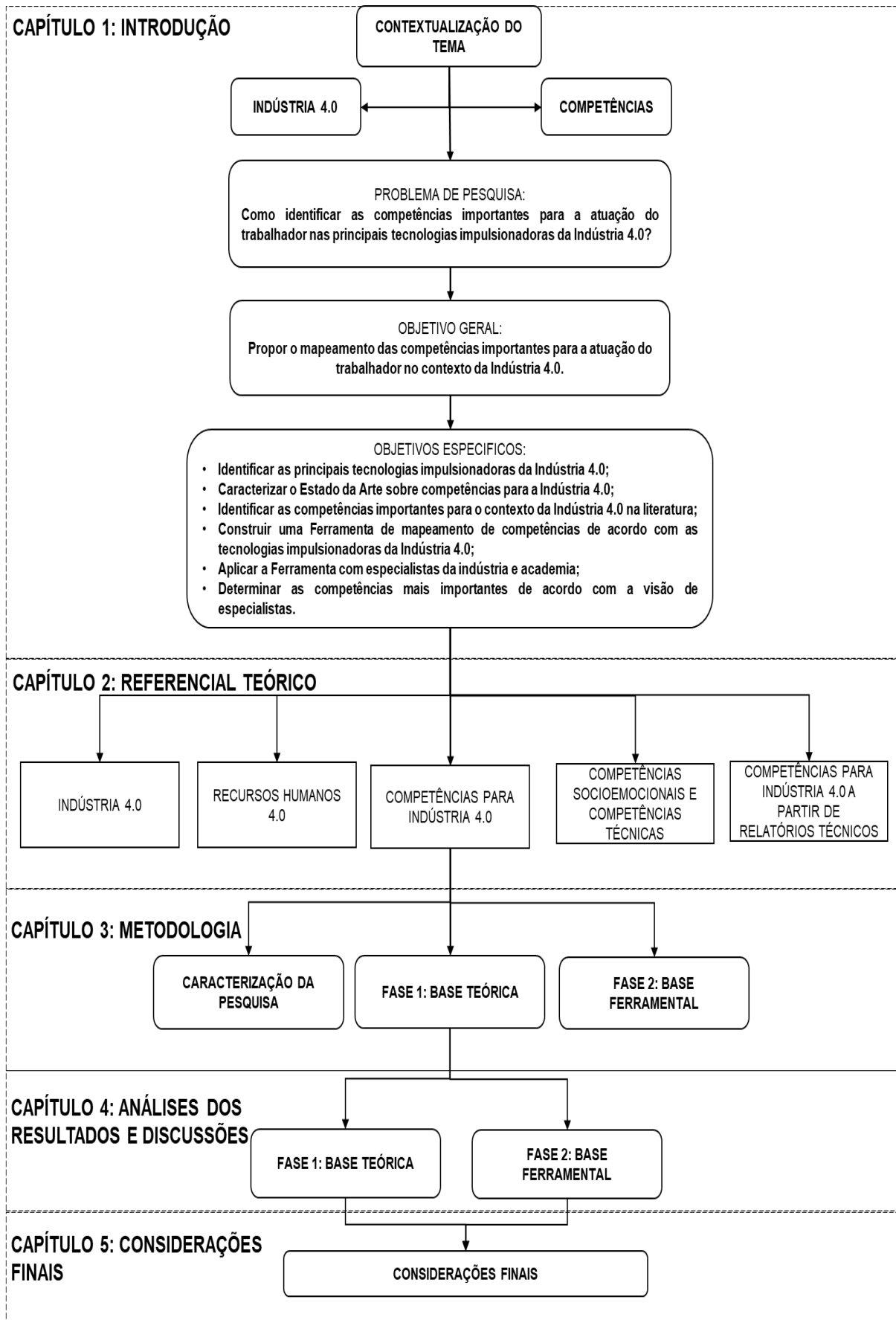
O Capítulo 2 (**Referencial Teórico**) apresenta a teoria sobre “Indústria 4.0” e “Competências”, sendo estruturado com os seguintes tópicos: Indústria 4.0, Recursos Humanos 4.0, Competências para Indústria 4.0, Competências Socioemocionais e Técnicas e Competências para Indústria 4.0 a partir de relatórios técnicos.

O Capítulo 3 (**Metodologia**) apresenta toda a estrutura metodológica por este estudo seguida, subdivididas em Base Teórica e Base Ferramental.

O Capítulo 4 (**Análise dos Resultados e Discussões**) apresenta uma análise bibliométrica dos estudos, as competências importantes catalogadas na literatura, cálculo do IRR e Análise de Clusters.

O Capítulo 5 (**Considerações Finais**) apresenta a análise final do trabalho, suas contribuições, aplicação, método de análise de dados e sugestões de trabalhos futuros.

**Figura 2 - Estrutura da Pesquisa**



Fonte: Autor (2021).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar a fundamentação teórica para esta pesquisa. Primeiramente será explanado sobre a Indústria 4.0, com intuito de caracterizar e entender essa nova revolução e suas principais tecnologias impulsionadoras. Posteriormente, são apresentadas conceito sobre os Recursos Humanos 4.0, Competências para Indústria 4.0, Competências Socioemocionais e Técnicas e Competências para Indústria 4.0 a partir de Relatórios Técnicos.

### 2.1. INDÚSTRIA 4.0

O conceito de Indústria 4.0 é definido por um processo interligado de máquinas, pessoas e produtos, orientado a serviços e relacionado a aplicação de tecnologias digitais (SUNG, 2018; LU, 2017). Sua principal característica é a troca de dados em tempo real, possibilitado pela crescente digitalização da cadeia de valor (HECKLAU et al., 2016).

Portanto, o objetivo dessa nova revolução é maximizar a transparência de processos, aumentar a flexibilidade (ANTOSZ, 2018) e produtividade, por meio de redução de custos e recursos, sendo alcançados pelo uso de ferramentas digitais (GALASKE et al., 2017; BLOCK, KREIMEIER e KUHLENKOTTER, 2018; SUMER, 2018). Para Galaske et al. (2017), a Indústria 4.0 descreve uma visão futura dos sistemas de produção influenciados pela digitalização das tecnologias de manufatura.

Uma iniciativa do governo alemão, a chamada Indústria 4.0 utiliza a adoção de uma gama de tecnologias como CPS (*Cyber Physical System*), IoT (*Internet of Things*) e RFID (*Radio Frequency Identification*), como uma forma de desenvolvimento tecnológico (LASI et al., 2014). Em seguida, como apresentado por Sakurada et al., (2020), outros países entraram na corrida, principalmente do continente europeu, asiático e Estados Unidos (GALATI e BIGLIARDI, 2019), surgindo outros termos como *Factory of the Future* (Comissão Europeia) e *Industrial Internet* (Estados Unidos).

Como mencionado, a aplicação das tecnologias digitais impactam o futuro do ambiente industrial. Bongomin et al. (2020) afirma que se as organizações tem uma visão prévia da velocidade e das medidas de mudanças trazidas pela Indústria 4.0, existe um pré-requisito para sucesso.

A eficiência na indústria vai melhorar com a grande quantidade de sensores e atuadores espalhados pela planta fabril. Esses sensores e atuadores são necessários para que o robô consiga interpretar sinais de tomada de decisão, possibilitado monitoramento (ROBLEK, MESKO e KRAPEZ, 2016). Por mérito deste auxílio, alguns impactos positivos como economia de energia e utilização mais eficientes dos recursos a serem transformados (VERMULM, 2016).

As máquinas utilizadas se tornam entidades independentes. A melhoria a elas agregadas, permite que sejam capazes de coletar dados. Esses dados necessitam de serem analisados (SUNG, 2018). Portanto, espera-se que as tomadas de decisão, baseada nos dados coletados, sejam mais confiáveis, assertivas e responda mais rapidamente às mudanças de mercado.

Essas mudanças de mercado são relacionadas a maiores exigências e rapidez dos clientes, portanto, é fundamental que haja uma melhora na qualidade dos produtos oferecidos (VERMULM, 2016). Para que haja essa melhora de qualidade e que essas necessidades sejam atendidas de forma mais rápida, os produtos e processos desenvolvidos precisam ser otimizados (SUNG, 2018), tornando-os mais flexíveis (LASI et al., 2014; HEE LEE e SHVETSOVA, 2019; KAASINEN et al., 2019), atendendo um alto grau de personalização sem encarecer o produto (SUNG, 2018).

Neste sentido, os produtos serão caracterizados por ciclos de vida, prazos de entrega mais curtos e um alto grau de personalização, porém sem ser encarecido (GALASKE et al., 2017; SUNG, 2018). Para isso, o sistema produtivo requer uma grande capacidade de adaptação e respostas rápidas a alterações necessárias (GALASKE et al., 2017; KAASINEN et al., 2019), conseqüentemente requerendo tomada de decisão descentralizada (LASI et al., 2014).

Bongomin et al. (2020) afirma que a Indústria 4.0 não é apenas a introdução de uma nova tecnologia, é ligada a uma adaptação incremental dos sistemas de trabalho, como nas 3 revoluções anteriores e sobre o conjunto de novas tecnologias e formas de aplicação, com um grau discreto de maturidade técnica e efeito sistêmico. Portanto por meio do contexto de Indústria 4.0 apresentando neste tópico, a seção posterior apresenta o histórico até alcançar a Quarta Revolução Industrial.

### 2.1.1. Histórico da Indústria 4.0



Schwab (2016) constata que as revoluções ocorrem quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos. Desde a 1ª Revolução até para a atual 4ª Revolução as mudanças no ambiente industrial e nas formas de trabalho sempre foram impulsionadas ao aumento da produtividade e atendimento às necessidades dos clientes. A Figura 3 apresenta os fatores principais para as mudanças.

**Figura 3 - Histórico das Revoluções Industriais**



Fonte: Baseado em Sakurada et al. (2020).

Dentro do contexto de evolução, a 1ª Revolução Industrial caracterizou-se pela mecanização da produção e pela utilização de sistemas de mecanização movidos por água e vapor (SCHWAB, 2016; MOHELKA e SOKOLOVA, 2018). A indústria têxtil foi o setor característico dessa revolução (SUMER, 2018), ou seja, o que caracteriza uma evolução de uma economia altamente agrária para manufatura mecanizada. Nos tipos de trabalho, o processo é mais artesanal, destacando perfis como acendedores de lâmpadas e cortadores de gelo (SAKURADA et al., 2020).

A 2ª Revolução Industrial implicava na produção em massa, ocasionada pelo pensamento fordista, nas primeiras décadas dos anos 1900 (SUMER, 2018). O principal gatilho foi a introdução da eletricidade as primeiras linhas de montagem (MOHELKA e SOKOLOVA, 2018), permitindo um aumento da capacidade produtiva, padronização e redução de custos. Em relação ao mercado de trabalho, operadores de fábricas, telefonistas e datilógrafos foram destaque nesta era evolutiva (SAKURADA et al., 2020).

A automação e a robótica começaram a ser utilizada no que caracterizou a 3ª Revolução Industrial, difundida no período de 1990. Nesta época começou a introdução dos primeiros sistemas de informações nos ambientes produtivos (MOHELKA e SOKOLOVA, 2018). Segundo Sakurada et al. (2020), as mudanças

nos perfis de trabalho estavam ligadas a utilização de computadores, robótica e manutenção.

Atualmente, a Indústria 4.0 abre espaço para a nova revolução com a utilização de Sistemas Ciber físicos para o monitoramento de processos e tomada de decisão no setor industrial (SUMER, 2018). Essa nova fase possui uma particularidade ligada a autonomia de máquinas, gerando uma grande quantidade de dados que embasa a tomada de decisão (MOHELKA e SOKOLOVA, 2018). Como consequência, o mercado e perfis de trabalho se adaptarão a aplicação das tecnologias digitais, sendo os arquitetos, desenvolvedores e engenheiros (SAKURADA et al., 2020), categorias relacionadas a perfis de trabalho ligados ao desenvolvimento e aplicação das tecnologias digitais.

Como nas revoluções anteriores, a Indústria 4.0 não influenciará apenas a indústria manufatureira, mas também interferirá nos setores social, educacional e econômico (BONGOMIN et al., 2020), que refletirão no ambiente de trabalho, como será observado na seção 1.2 deste trabalho. Além disso, a Indústria 4.0 é conhecido por uma aplicação de uma gama de tecnologias impulsionadoras, como será apresentado na seção 2.1.2.

### 2.1.2 Tecnologias Impulsionadoras

A Quarta Revolução Industrial está associada ao desenvolvimento de redes industriais globais dos quais todos os processos de produção de várias empresas estarão conectados (HEE LEE e SHVETSOVA, 2019), gerando até novos modelos de negócios (JERMAN, BACH e BERTONCELJ, 2018). Produtos serão mais complexos e mais inteligentes (MOTYL et al., 2017), resultantes das rápidas mudanças no cenário econômico e requisitos dos clientes (GALATI e BIGLIARDI, 2019).

Esse é um fenômeno que vai além da interação homem-máquina (Automação), construindo um cenário de interação máquina-máquina (Indústria 4.0) para conectar objetos técnicos de forma eficaz tanto quanto a internet conecta as pessoas (HEE LEE e SHVETSOVA, 2019). Portanto, para que essas mudanças sejam efetivadas, uma estreita cooperação entre áreas-chaves e a utilização de diferentes tecnologias impulsionadoras são requisitados (MOTYL et al., 2017).

Existe uma discussão crescente relacionado a quais tecnologias impulsionadoras fazem parte da Indústria 4.0, apresentando vários estudos a respeito

desta temática. O Quadro 1 apresenta alguns destes estudos, apresentando as principais tecnologias impulsionadoras citada por eles.

**Quadro 1 - Tecnologias Impulsionadoras apresentado em alguns estudos**

<b>Tecnologias</b>	<b>BCG (2015)</b>	<b>Basseto (2019)</b>	<b>Soltovski (2020)</b>	<b>Mckinsey (2020)</b>
<i>Internet of Things</i>	X	X	X	X
<i>Big Data</i>	X		X	
<i>Augmented Reality</i>	X	X	X	X
<i>Simulation</i>	X	X	X	
<i>Additive Manufacturing</i>	X	X	X	X
<i>Cyber Security</i>	X	X	X	
<i>Cloud</i>	X	X	X	X
<i>Autonomos Robots</i>	X		X	X
<i>System Integration</i>	X	X		
<i>Cyber Physical System</i>		X	X	
<i>Internet of Service</i>		X		
<i>Fog Computing</i>		X		
<i>Artificial Inteligence</i>		X	X	X
<i>Smart Sensors</i>		X		X
<i>Product Lifecycle Management</i>		X		
<i>Smart Maintenance</i>		X		
<i>Holograma</i>		X		
<i>Virtual Reality</i>		X		X
<i>Smart Production</i>		X		
<i>Programmable Logic Controller</i>		X		
<i>Industrial Network</i>		X		
<i>Embedded Systems</i>		X		
<i>Integração de Ponta a Ponta</i>		X		
<i>Machine to Machine</i>		X		
<i>Estratégia de Mercado</i>		X		
<i>Marketing 4.0</i>		X		
<i>Machine Learning</i>			X	
<i>Blockchain</i>				X
<i>Advanced Analytics</i>				X
<i>Renewable Energy</i>				X
<i>Nanoparticules</i>				X

**Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).**

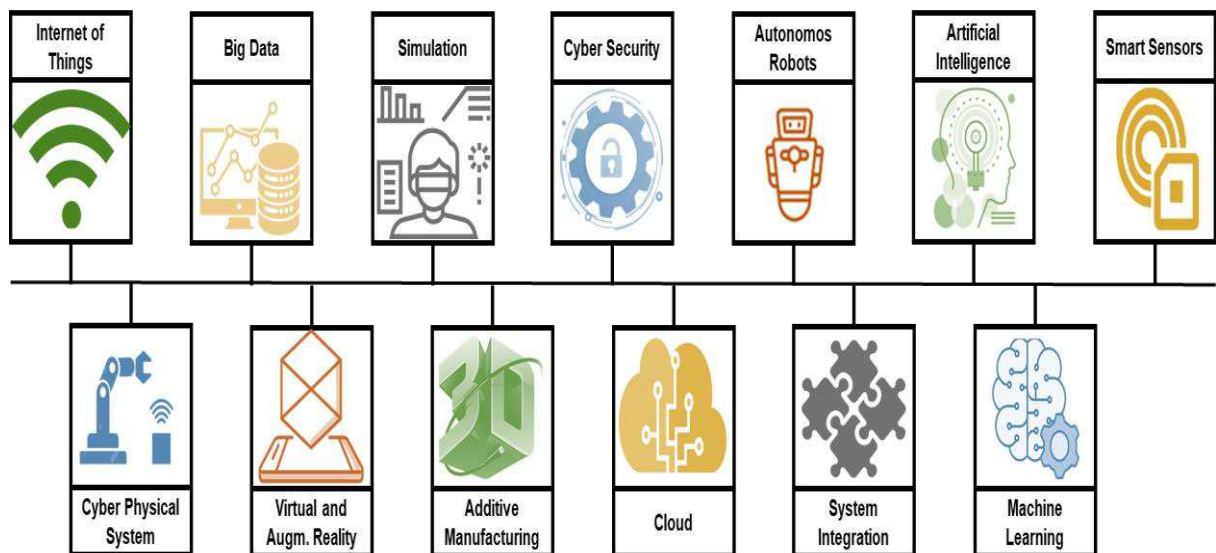
O relatório da BCG (2015) é um dos percussores, sendo utilizados em diversos estudos como de Motyl et al. (2017) e Vaidya, Ambad e Bohosle (2018), por exemplo, apresentam 9 tecnologias impulsionadoras. Soltovski et al. (2020), além das 9, apresenta tecnologias como Inteligência Artificial, *Machine Learning* e Sistema Ciber Físico.

O trabalho de Basseto (2019) apresentou uma série de tecnologias e componentes (26 ao total) para Indústria 4.0. As tecnologias apresentadas vão desde

Internet dos Serviços a Marketing 4.0. O relatório da Mckinsey (2020) apresenta algumas tecnologias em comum com outros estudos além de novas tecnologias como nanopartículas e *Blockchain*. As tecnologias são apresentadas por este estudo são responsáveis por acelerar a adoção da Indústria 4.0, ganhando impulso com a pandemia de Covid-19.

Para o presente trabalho, serão consideradas as 13 tecnologias impulsionadoras que fazem parte da Indústria 4.0 descritos a seguir, considerando as tecnologias já consolidadas e ainda algumas tendências, baseado nos trabalhos citados anteriormente. As tecnologias a serem consideradas são apresentadas pela Figura 4.

**Figura 4 - Tecnologias Impulsionadoras**



Fonte: Autor (2020).

A **Internet das Coisas** (*Internet of Things* – IoT) refere-se a interconexão de objetos físicos, com utilização de sensores e atuadores conectados à internet. Apesar de ser um conceito antigo, tornou-se popular na Indústria 4.0 (KAZANCOGLU e OZKAN-OZEN, 2018). IoT permite a união de robôs e sistemas de controle no processo, incorporando a tecnologia de big data para capturar dados e analisá-los (GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN, 2017). Isso permite a troca de informações, tanto dentro da organização quanto no meio externo. O IoT abrange a criação de um tecido de rede inteligente e invisível que pode ser sentido, controlado e programado por meio dos quais os objetos físicos se tornam comunicativos e independentes (BONGOMIN et al., 2020).

Os **Sistemas Ciber Físicos** (*Cyber Physical Systems* – CPS) trata-se de sistemas interligados no qual a parte cibernética ou computacional e fortemente

integrado aos componentes físicos, proporcionando uma união (LASI et al., 2014; BONGOMIN et al., 2020). Esses sistemas cibernéticos representam a combinação de sistemas embarcados, elementos físicos e computacionais, bem como pessoas (BECKER et al., 2016).

Esse cenário permite que os trabalhadores tomem decisões mais assertivas, principalmente relacionados a intervenções no processo evitando problemas (DWORSCHAK e ZAISER, 2014). Essa integração pode ocorrer com uso de sensores na planta fabril e aos dispositivos de comunicação que passam as informações.

A grande quantidade de dados (BONGOMIN, 2020) gerados pelos sistemas interconectados por meio da internet, necessitam de serem processados para possibilitar a tomada de decisão. Esse sistema é conhecido como **Big Data**, possuindo seis características principais conhecidas como volume, variedade, velocidade, veracidade, valor e complexidade (BONGOMIN, 2020). Isso permite um avanço no conhecimento gerado e tomada de decisões mais assertivas ao longo do ciclo de vida do produto (STOCK e SELIGER, 2016; SCHWAB, 2016).

A **Realidade Virtual e Realidade Aumentada** (Virtual and *Augmented Reality*) são tecnologias complementares. Enquanto a Realidade Virtual é apresentada em um mundo totalmente virtual, construído e gerido por computador (BONGOMIN et al., 2020). A Realidade Aumentada permite uma sobreposição de imagens e objetos digitais e físicos, apresentando uma camada de informações gráficas (BONGOMIN et al., 2020). O uso destas tecnologias pode facilitar atuações dos trabalhadores como forma de fornecer informações anteriormente indisponíveis (HEE LEE e SHVESTSOVA, 2019), como por exemplo, o recebimento de instrução de reparos em tempo real (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018).

Os dados em tempo real permitem uma reflexão sobre os aspectos físicos em um modelo digital, permitindo fazer alterações e estudos sobre o estado real do sistema produtivo e quais melhorias podem ser realizadas (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018; BONGOMIN et al., 2020). Esse artifício é conhecido como **Simulação** (*Simulation*), podendo provocar mudanças em tempo real, melhoria de performance e mais economia, permitindo melhoras aos componentes dos sistemas de fabricação (BONGOMIN et al., 2020).

Os métodos de **Manufatura Aditiva** (*Additive Manufacturing*) já são conhecidos amplamente no mundo anterior a Indústria 4.0, como impressão 3D, porém ganharam notoriedade após serem amplamente divulgados como tecnologia

impulsionadora dessa nova revolução (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018). É uma tecnologia que constrói objetos físicos baseados em arquivos CAD 3D por adição consecutiva de materiais líquidos, folhas ou pó (BONGOMIN et al., 2020). Esse novo método permite atender mais precisamente necessidades dos clientes, nas mais diversas especificações individuais a um baixo custo e com mais rapidez (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018).

Para Liu e Xu (2017) o uso dos Sistemas Ciber físicos requer questões relacionadas à **Segurança Cibernética** (*Cyber Security*). Isso faz-se necessário pelo aumento da conectividade na fábrica, que conseqüentemente aumenta a vulnerabilidade do sistema, tornando o ambiente suscetível a ameaças (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018). Portanto, quanto mais conectado seja um sistema, maior a vulnerabilidade a ataques que comprometam o Sistema Ciber Físico, exigindo estruturas de segurança mais confiáveis (MOKTADIR et al., 2018).

A **Computação em Nuvem** (*Cloud*) é uma plataforma de Tecnologia da Informação baseada na nuvem como forma de comunicação e aumentar o compartilhamento de dados para serem acessados de forma remota e mais rápida (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018; BONGOMIN et al., 2020). Para Roblek, Mesko e Krapez (2016), sua importância é relacionada a prestação de serviço, que podem ser acessados por meio da internet.

Os **Robôs Autônomos** (*Autonomous Robots*) são utilizados principalmente para trabalhos com mais precisão ou em locais restritos aos humanos (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018; BONGOMIN et al., 2020). Atualmente, o desafio é que esses robôs consigam trabalhar em colaboração com humanos em segurança e eu eles aprendam com eles (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018), sendo que o desenvolvimento de robôs autônomos vem avançando continuamente para atender as necessidades da Indústria 4.0 (BONGOMIN et al., 2020).

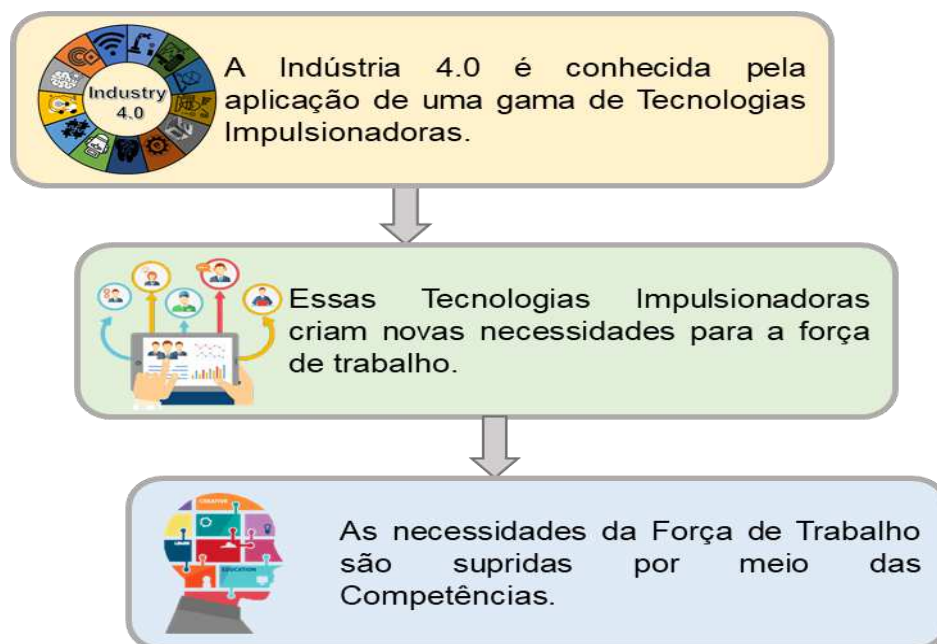
Os **Sistemas Integrados** (*System Integration*) são conhecidos por caracterizar a Indústria 4.0 uma vez que essa integração deve ocorrer para tornar realidade as características desse novo sistema de produção. Essa integração pode ocorrer tanto dentro quanto fora da organização, percorrendo todo o ciclo de vida do produto (LIU e XU, 2017). Essa integração pode acarretar aumento da comunicação e cooperação ao longo da cadeia de suprimentos e possibilitar um processo mais padronizado (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018).

A **Inteligência Artificial** (*Artificial Intelligence - AI*) é uma tecnologia projetada para substituir competências humanas, aplicada a operações complexas e sistemas de manufatura (BONGOMIN et al., 2020), substituindo tarefas repetitivas (NANKERVIS et al., 2019). A utilização de AI direciona a integração de outras tecnologias como *Big Data*, *Cloud* e *Machine Learning* (LEE et al., 2018; BONGOMIN et al., 2020), permitindo a operação industrial de forma mais flexível, eficiente e sustentável. A aplicação de AI também é utilizada nos Recursos Humanos 4.0, conforme apresentado no subtópico 2.2.

**Aprendizagem de Máquina** (*Machine Learning*) campo que combina métodos avançados de coletar e extrair dados, permitindo resolver problemas dentro de sistemas produtivos (BAJIC et al., 2018). Isso permite a capacidade de aprender com dados de alta dimensão, em combinação com tecnologias como Big Data e Inteligência Artificial, para a resolução de problemas (CIOFFI et al., 2020).

**Sensores Inteligentes** (*Smart Sensors*) são utilizados com intuito de monitoramento, sendo integrados ao Sistema de IoT (BONGOMIN et al., 2020). São dispositivos utilizados para receber dados, processá-los e transmiti-los, também sendo integrados para transferir esses dados para cloud (FLATT et al., 2016). Essa tecnologia é muito utilizada em cidades, casas e redes inteligentes (BONGOMIN et al., 2020). A aplicação das Tecnologias Impulsionadoras cria necessidades como apresentadas pela Figura 5.

**Figura 5 - Relação da Indústria 4.0 e as Competências**



Fonte: Autor (2021).

As Tecnologias Impulsionadoras transformam o ambiente de trabalho alterando as competências necessárias para sua aplicação (GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN, 2017). Ou seja, as necessidades da força e trabalho podem ser supridas de acordo com as competências certas para cada desafio criado pelas tecnologias, sendo principal alvo de investigação deste trabalho e das próximas seções.

## 2.2 RECURSOS HUMANOS 4.0

A Gestão de Recursos Humanos (RH) possui abordagem mais estratégica dentro de uma organização, vinculado ao emprego mais eficiente da força de trabalho (HECKLAU et al., 2016; SIMIC e NEDILKO, 2019), alinhado as expectativas das partes interessadas (LIBONI et al., 2018) e ligado a necessidades atuais e futura do mercado. Resumidamente, o RH é responsável por todos os aspectos relacionados ao ciclo de vida do trabalhador na organização (AZNI et al., 2018; SIVATHANU e PILLAI, 2018).

Sendo assim, essa área é responsável por todas as formas que a organização adapta seu recrutamento, treinamento, avaliação de desempenho e recompensas dos trabalhadores (LIBONI et al., 2018). Portanto, entender como a gestão de recursos humanos cria valor para a empresa é necessário identificar os processos envolvidos e as práticas que auxiliam para gerar resultados (GAO e HAWORTH, 2019).

Em meio às suas responsabilidades, a gestão de recursos humanos é responsável pelo desenvolvimento de treinamentos de acordo com as necessidades empresariais. Sivathanu e Pillai (2018) afirmam que as estratégias deste setor necessitam estar alinhadas ao desenvolvimento da Indústria 4.0 (GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN, 2017), pois apesar de todo o desenvolvimento tecnológico, as pessoas continuam sendo fator crítico de sucesso. Portanto, temas como o emprego da força de trabalho e o desenvolvimento de competências necessitam de uma atenção maior para um melhor gerenciamento.

Em tempos que novas tecnologias revolucionam o ambiente de trabalho, esta nova revolução agrega áreas que anteriormente havia poucas intervenções tecnológicas como a gestão de recursos humanos. Portanto, o trabalhador desta área deverá acompanhar o desenvolvimento destas novas tecnologias para conhecer os requisitos de adaptação do emprego existente e estabelecer novos perfis de trabalho



(JERMAN, BACH e ALEKSIC, 2020). Inteligência Artificial pode auxiliar na maioria da automação do processo do RH, resultando em equipes mais eficientes e enxutas (VERMA, BANSAL e VERMA, 2020). Funções como desenvolvimento de plano de carreira e treinamentos com objetivo de identificar competências e manter a força de trabalho atualizada (NAIK, 2019).

Portanto, essa aplicação das tecnologias digitais transforma o RH em Recursos Humanos 4.0 (*Smart Human Resources 4.0 – SHR 4.0*), conceito desenvolvido a partir da nova revolução industrial como forma de transformar funções do RH com auxílio das tecnologias digitais (SIVATHANU e PILLAI, 2018). Funções como recrutamento, treinamento e gestão de talentos serão auxiliados por tecnologias como *Big Data Analytics*, Inteligência Artificial e Internet das Coisas para gerenciamento mais efetivo das atividades desenvolvidas. As principais funções identificadas são apresentadas na Figura 6.

**Figura 6 - Recursos Humanos 4.0**



**Fonte: Autor (2021).**

A utilização de Big Data e IA para seleção de currículos, selecionando perfis de trabalho com alta probabilidade de cumprir as exigências do cargo (SIVATHANU e PILLAI, 2018), reduzindo esforços com triagem. O recrutamento deverá sofrer alterações já que os critérios de seleção de pessoal devem acompanhar as mudanças aos ambientes de trabalho (KAZANCOGLU e OZKAN-OZEN, 2018). Sendo assim,

novas abordagens deverão ser utilizadas para escolher o candidato certo com as competências requisitadas.

IA pode auxiliar a identificar lacunas de conhecimento em cada trabalhador com base em demandas por competências no mercado. Montar uma estrutura de promoção de acordo com contribuições reais de funcionários medindo uma série de indicadores de desempenho (KPIs) que fazem parte do cotidiano do trabalho, diferentemente de remunerar baseado em antiguidade (ABDELDAYEM e ALDULAIMI, 2020). Essa tecnologia também prevê intenções de deixar a organização para que o RH tome medidas proativas para evitar perda de talentos no trabalho (KAZANCOGLU e OZKAN-OZEN, 2018).

Portanto, a aplicação de tecnologias digitais exige adaptação dos próprios profissionais dos Recursos Humanos, devendo estes serem equipados com uma série de competências para analisar dados em tempo real, tomar decisões e utilizar plataformas interativas (KOHNOVA e SALAJOVA, 2019; FARERI et al., 2020). Sendo assim, o investimento em competências relacionados a tecnologias digitais também está relacionado aos profissionais de Recursos Humanos (CAPUTO et al., 2019).

A Gestão de Recursos Humanos não está focada apenas na seleção, contratação e demissão de funcionários, mas também na área de desenvolvimento de recursos, ou seja, educação, aprendizagem e treinamento de trabalhadores (BENEJOVA e TUPA, 2017). Sendo assim, é necessário a conscientização dos trabalhadores sobre as transformações que irão ocorrer e os desafios impostos a todos os locais de trabalho e quais competências necessárias para superar os desafios de forma eficaz e proativa (NANKERVIS et al., 2019).

O Fator Humano está se tornando mais importante à medida que a economia internacional se torna mais digitalizada e orientada para os serviços. (FOERSTER-PASTOR e GOLOWKO, 2018). Rasca (2018) e Sivathanu e Pillai (2018) afirmam que a Quarta Revolução Industrial trouxe transformações mais rápidas e impactantes do que as anteriores, representando um desafio para os líderes e gerentes de RH, principalmente em termos de emprego, força de trabalho (NAKERVIS et al, 2019) e desenvolvimento de competências, sendo a principal prática da gestão de recursos humanos para a Indústria 4.0. Portanto, espera-se que a abordagem tradicional da Gestão de Recursos Humanos mude significativamente nos próximos anos.

Liboni et al. (2019) afirma que existem riscos, oportunidades e desafios. Os riscos estão relacionados as eventuais perdas de postos de trabalho e aumento da

lacuna entre países emergentes e desenvolvidos. As oportunidades estão relacionadas aos sistemas de produção mais eficientes, combinando baixo custo com produtos e serviços personalizados (SUMER, 2018).

Os desafios podem ser descritos se as organizações estão em posição de utilizar processos intra-organizacionais para avançar em direção a nova estrutura da Gestão de Recursos Humanos. Apesar de todas as vantagens relacionado a utilização de tecnologias avançadas, um dos riscos é que ela exige competências mais sofisticadas por parte das pessoas (SUMER, 2018), transformando os postos de trabalho e o trabalhador.

### 2.2.1. Novos Postos de Trabalho e Trabalhadores 4.0

Do ponto de vista social e governamental, há um debate contínuo sobre a Indústria 4.0 se esse fenômeno resultará em um aumento ou uma perda de empregos (GALATI e BIGLIARDI, 2019). Kamaruzaman et al. (2019) destaca que o impacto da Indústria 4.0 nos empregos é determinado pelo nível de competência, sendo que quando um indivíduo não cumpre com as habilidades exigidas pelos postos de trabalho, pode ocorrer o desemprego.

A questão do desemprego é agravada quando as competências já não estão em acordo com o desenvolvimento tecnológico da Indústria 4.0, sendo que o desenvolvimento adequando de tais competências essenciais são capazes de reduzir as taxas de desemprego. Apesar de muitas dessas tecnologias já estarem em operação, as competências para desenvolvê-las ainda estão faltando (GALASKE et al., 2017; BLOCK, KREIMEIER e KUHLENKOTTER, 2018), necessitando de um estudo identificando quais competências se tornam essenciais para as tecnologias impulsionadoras e direcionar a gestão da força de trabalho. O uso extensivo de automação, robotização, informatização e digitalização terão sérios efeitos sobre a geração de empregos (SUMER, 2018), já que para facilitar o processo produtivo altamente flexível, as pessoas são peças fundamentais (GALASKE et al., 2017).

Kaasinen et al. (2019) afirma que a Indústria 4.0 tem uma grande oportunidade de enriquecimento de trabalho, pois o ambiente se tornou mais autônomo e com melhores oportunidades para autodesenvolvimento. Sendo assim, os trabalhadores possuirão mais iniciativa, pois no ambiente industrial do futuro, espera-se que o

trabalho esteja mais relacionado a decisões estratégicas e solução de problemas e os esforços de autoensino deverão ser incentivados (BONGOMIN et al., 2020).

Enquanto inúmeros estudos preveem a criação de novos empregos, há possibilidade de muitos empregos desaparecer devido a digitalização (NAKERVIS et al., 2019; BEJAKOVIC et al., 2020). Portanto, é necessário entender as mudanças e garantir que mais empregos sejam criados do que perdidos (ANA et al., 2019).

Além da criação de novos empregos, a digitalização transforma significativamente os empregos existentes mudando requisitos de trabalho e a forma como as tarefas são executadas, causando mudanças nas competências exigidas (BECKER et al., 2016; BEJAKOVIC et al., 2020). Para alcançar os ganhos de produtividade prometidos pela aplicação dos Sistemas Ciber Físicos, na sua concepção deve ser incluído as pessoas no desenvolvimento técnico e organizacional do sistema, exigindo uma visão detalhada das tarefas humanas adicionadas ao Sistema Ciber Físico (BECKER et al., 2016).

Um exemplo é a utilização de Inteligência Artificial e Big Data. Essas tecnologias concedem a máquinas habilidades mais humanas (FARERI et al., 2020), como seleção e análise de informações mais estratégicas que possam embasar tomada de decisão e adaptação a condições em tempo real. Portanto, é crucial para as organizações de manufatura não preparar apenas a reestruturação do processo, mas analisar os perfis de trabalho predominante nas organizações no contexto da Indústria 4.0 (PEJIC-BACH et al., 2020).

A principal diferença entre o trabalhador tradicional e o trabalhador da Indústria 4.0 é relacionado a lacuna de competência e conhecimento. Enquanto o trabalhador tradicional não tinha competência ou experiência, o novo trabalhador é considerado alguém que lida também com a gestão e não só com a produção (DINARDO et al., 2020). Sendo assim o perfil do Trabalhador 4.0 é mais forte em Competências Socioemocionais (FARERI et al., 2020).

Relacionado aos Operadores, surge um novo conceito, o de Operador 4.0. Esse novo perfil refere-se aos operadores inteligentes e qualificados do futuro, que serão auxiliados por sistemas automatizados, provocando alívio ao estresse físico e mental (KAASINEN et al., 2020; BONGOMIN et al., 2020). Maisiri, Darwich e Van Dyk (2019) destaca que os benefícios associados ao desenvolvimento incluem a eliminação de trabalhos de rotina, inseguros e repetitivos, a exclusão de empregos

não estimulantes e a criação de oportunidades para desenvolver competências significativas.

Segundo o estudo de Jerman, Bach e Aleksic (2020), programação é considerado extremamente importante para os perfis futuros de trabalho. A robótica será ainda maior, principalmente os robôs colaborativos, capazes de trabalhar com pessoas no processo produtivo, então no futuro terá uma maior ênfase nessa conexão entre máquina e humano.

Os perfis ligados a manutenção de alta tecnologia e sistemas inteligentes estarão em alta, dos quais por meio de dados históricos e análise de comportamentos, podem identificar padrões do sistema e desempenho para conseguir detectar mais rapidamente sistemas que necessitem de manutenção específica (JERMAN, BACH e ALEKSIC, 2020).

Enquanto o número de empregos para fabricantes de máquinas e fábricas, montadoras, metalúrgicos e trabalhadores de armazéns diminui, o número de empregos para engenheiros e gerentes aumenta (BECKER et al., 2016). A análise de perfis de trabalho por meio de mineração de texto realizada por Pejic-Bach et al. (2020) demonstra que o cluster relacionado a Sistemas Ciber Físicos e Internet das Coisas exigem profissionais com competências típicas de três áreas (Engenharia Industrial, Elétrica e de Software). Portanto, a exigência de trabalhadores mais qualificados, exige a adaptação dos Programas de Treinamento.

### 2.2.2. Programas de Treinamento

O treinamento desempenha o papel importante para que os trabalhadores aprendam a usar as novas tecnologias e desenvolvam atitudes e percepções positivas sobre a tecnologia (MOLINO et al., 2020), sendo que as pessoas devem ver a automação como atitude positiva e não como ameaça (FARERI et al., 2020). Além dos trabalhadores, os empregadores são obrigados a desenvolver atitudes em relação a formação e qualificação (BONGOMIN et al., 2020), incentivando o aprendizado contínuo.

O treinamento profissional no ambiente de produção da Indústria 4.0 deve ser altamente flexível e rapidamente reconfigurável. As empresas devem auxiliar os trabalhadores a aprender rápido e internalizar as competências necessárias, ajustando suas práticas para o desenvolvimento de talentos (CHANG et al., 2018).

O tema como competências e requalificação (*reskilling*) para economia digital necessita ser abordados desde o início do desenvolvimento da indústria 4.0 devido ao potencial de perda de empregos manuais e repetitivos (MAISIRI, DARWICH e VAN DYK, 2019) e aumento dos trabalhos que agregam valor (FARERI et al., 2020). A era digital exige altas competências socioemocionais, o que requer transformação no sistema de ensino superior (MAISIRI, DARWICH e VAN DYK, 2019).

As instituições técnicas e as acadêmicas devem se esforçar para complementar o conhecimento teórico com competências práticas, competências sociais e responsabilidade, éticas e valores, capacidade de empreendedorismo, entre outros (CHANG et al., 2018). Alguns países desenvolvem programas na graduação de aprendizagem baseado no trabalho que visam alcançar competências de aprendizagem e inovação, competências de tecnologia da informação e competências de vida e carreira (MAISIRI, DARWICH e VAN DYK, 2019).

Os especialistas enfatizam a necessidade de aprendizagem contínuo e a importância de adquirir novos conhecimentos técnicos. Portanto, adquirir competência está relacionado a aprendizagem ao longo da vida (JERMAN, BACH e ALEKSIC, 2020), sendo que para o desenvolvimento de novas competências, novos modelos de treinamento serão necessários. As fábricas de aprendizagem são identificadas como tendo a capacidade de equilibrar as competências exigidas na força de trabalho do futuro (MAISIRI; DARWICH e VAN DYK, 2019).

Segundo Baena et al. (2017), as fábricas de aprendizagem buscam desenvolver experiências por meio da inclusão de projetos industriais, utilizando uma abordagem de aprendizado ativo. Os problemas enfrentados por novos trabalhadores são relacionados a falta de experiência práticas e competências necessárias para lidar com situações reais (JAEGER et al., 2013). Sendo assim, fazendo essa inclusão o estudante pode participar de casos reais e se tornar protagonista do processo.

No estudo de Sharlock et al., (2018) o programa de treinamento por meio de fábrica de aprendizagem primeiro inicia-se com um treinamento em gestão, onde são apresentadas as tecnologias da Indústria 4.0 e definido pontos para o programa de qualificação. Para trabalhadores de linha e supervisores, é necessário que os participantes entendam o básico da implementação da Indústria 4.0, sendo familiarizados com as tecnologias. Além das aulas teóricas, as práticas consistem em uma análise detalhada do processo produtivo para que ele possa ser analisado e sua

estrutura melhorada por meio das aplicações de tecnologias da Indústria 4.0. Outros programas de treinamento estão organizados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Exemplos de Programas de Treinamento**

PROGRAMAS	DEFINIÇÃO
InnoResolve	Voltado para indústria de fundição, o programa propõe enfrentar desafios relacionado a requalificação profissional para aquisição de novas competências da Indústria 4.0. Ele é baseado em PBL ( <i>Problem Based-Learning</i> ), com atividades voltadas a casos reais para discussão e identificação de soluções técnicas adequadas (ASSANTE et al., 2019)
FIT4FoF	O programa aborda principalmente 6 áreas industriais como a robótica, fabricação de aditivos, automação mecatrônica/máquina, análise de dados, cibersegurança e interação homem-máquina, para definir novos perfis de trabalho e verificar quais novos requisitos em treinamento e educação (SAKURADA et al., 2020).
In-Cloud	Programa baseado na liberação do potencial de computação em nuvem para estimular o empreendedorismo nessa área. Faz parte desse programa a qualificação de novos profissionais capazes de aumentar competitividade por meio da aplicação da nuvem em seus negócios (ASSANTE et al., 2019)
Programa Senai de Aprendizagem 4.0	Voltado para o público de jovens oferecendo capacitação na área Metalmeccânica e Tecnologia da Informação. O objetivo é fornecer profissionais atualizados as tendências da Indústria 4.0 (IND 4.0, 2020).
Industry4Her	Iniciativa da VDI-Brasil que propõe capacitar engenheiras e estudantes de engenharia a assumir posições de destaque na era 4.0. Além de contribuir para qualificação em profissionais, o programa tem por objetivo contribuir para igualdade de gênero na engenharia e aumentar o número de líderes mulheres. O programa apresenta capacitação em assuntos técnicos e também visa o desenvolvimento de competências socioemocionais (VDI BRASIL, 2020).
Test Bed 4.0	Proposto Yoshino et al. (2020), uma metodologia idealizada com base nas práticas mais eficazes para o desenvolvimento de competências como a aprendizagem baseado em projetos, parceria entre universidade/indústria, trabalho em equipes multidisciplinares e sala de aula invertida. É uma proposta para o ensino da Indústria 4.0 por meio da resolução de casos reais de indústrias parceiras, a partir de formação complementar.

**Fonte: Autor (2021).**

Embora exista um debate sobre os impactos da nova revolução industrial, se ele terá predominantemente perda ou ganhos de empregos, é de importância dos profissionais do RH maximizar os benefícios em potencial e minimizar as consequências adversas sobre as organizações e trabalhadores (NAKERVIS et al.,

2019). É improvável que os seres humanos totalmente sejam removidos das tarefas, portanto necessários treinamentos efetivos para desenvolver as competências necessárias para Indústria 4.0. Com isso, para que o RH 4.0 possa auxiliar as empresas na escolha adequada por seus programas de treinamento (seção 2.2.2) em seus mais diversos níveis de necessidade digital, considerando a necessidade de qualificação ou requalificação dos novos postos de trabalho (seção 2.2.1), serão fundamentais a identificação das competências 4.0, conforme será apresentado na próxima seção.

### 2.3 COMPETÊNCIA PARA INDÚSTRIA 4.0

No contexto da transformação digital dos negócios, com a proliferação de novas tecnologias digitais que influenciam a dinâmica organizacional das empresas e da sociedade, uma questão levantada está relacionada a quais competências e capacidades caracterizam a formação do fator humano (GALATI e BIGLIARDI, 2019). De acordo com alguns estudos, essa lacuna de competências será ampliada caso nenhuma providência seja tomada, pois com o crescimento rápido das tecnologias, as competências exigidas pelo mercado estão em constante mudanças. (ÁLVARES-FLORES, NÚÑEZ-GOMÉZ e CRESPO, 2017; TURCU e TURCU, 2018).

As competências são discutidas sob 3 perspectivas, segundo Le Deist e Winterton (2005), conforme Quadro 3. A perspectiva inglesa, define competência como sendo a capacidade de aplicar conhecimento, compreensão e habilidades no desempenho para padrões exigidos no emprego.

**Quadro 3 - Elementos de Competência**

PERSPECTIVAS	INGLESA	EUROPA CONTINENTAL	AMERICANA
<b>ELEMENTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento;</li> <li>• Compreensão;</li> <li>• Habilidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento;</li> <li>• Experiência;</li> <li>• Comportamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento;</li> <li>• Habilidade;</li> <li>• Atitude.</li> </ul>

**Fonte: Baseado em Le Deist e Winterton (2005).**

Na Europa Continental, principalmente por França e Alemanha, afirma que é polarizada em duas direções distintas, sendo uma abordagem individual e outra coletiva. A abordagem individual é centrada em comportamentos individuais e a coletiva centrada na construção de competência exigida em uma organização. A competência é construída por meio de 3 dimensões mínimas, sendo elas conhecimento, experiência e comportamento (LE DEIST e WINTERTON, 2005).



A última perspectiva será a utilizada por esse trabalho para caracterizar competência. A perspectiva americana fala em competência como prática para alinhar os objetivos estratégicos de uma organização com seus principais processos. Competência é uma combinação de atributos como habilidades, conhecimento e atitude de uma pessoa que são necessárias para desempenhar papéis de vida e trabalho (LE DEIST e WINTERTON, 2005; ANA et al., 2019; FLORES, XU e LU, 2020).

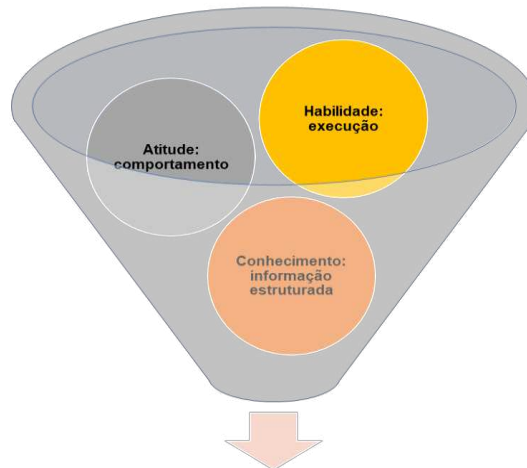
Em suma, Competência refere-se a características de um indivíduo que o leva a um desempenho superior. De forma holística, é aplicar conhecimento, habilidade e atitudes (entradas) para realizar tarefas e projetos específicos (saídas) de forma eficaz (LE DEIST e WINTERTON, 2005; SALMAN, GANIE e SALEEM, 2020). Esse conceito está associado a psicologia organizacional, referenciando o trabalho de McClelland em 1973, que teve o objetivo de identificar comportamentos que ocasionavam sucesso e competências para determinadas situações.

Os elementos integradores de competências, refere-se a conhecimento, habilidade e atitude. Conhecimento para Fleury e Fleury (2001) e Durand (2000) corresponde a informações estruturadas e adquiridas por meio de educação formal e experiência profissional, ou seja, um saber associado ao trabalho. Esse conjunto de informações permite ao trabalhador domínio de teoria que auxiliar a resolver problemas e a tomar decisões. Porém o conhecimento puramente teórico não é capaz de desenvolver uma competência (SALMAN, GANIE e SALEEM, 2020).

Já no que diz respeito a habilidade com a parte de execução, fazendo uso do conhecimento adquirido, para atingir um propósito em específico (DURAND, 2000). Isso permite que o profissional demonstre seu talento na prática por meio da execução das suas tarefas relacionado ao trabalho (FLEURY e FLEURY, 2001), de forma auto orientada e criativa (GRONAU, ULRICH e TEICHMANN, 2017).

A atitude, como parte integradora da competência (ANTOSZ, 2018) é definida como comportamento e postura pessoal frente a situações de trabalho (FLEURY e FLEURY, 2001). Durand (2000) descreve como aspectos afetivos e sociais ligados ao trabalho. É relacionado a sua predisposição em executar algo, ou seja, seu grau de aceitação com a tarefa ou situação. Competências e seus elementos que são considerados por este trabalho são apresentados na Figura 7.

**Figura 7 - Competência e seus Elementos**



Competência: característica para desempenho do trabalho

**Fonte: Autor (2021).**

A literatura ainda aborda algumas divergências conceituais no que diz respeito de Competências e Habilidades e como ela pode ser encontrada na literatura internacional (*Competence, Competency* ou *Skill*). Sendo assim, um esclarecimento se faz necessário para diferenciar os conceitos de competência e habilidade (como parte integradora da competência). O Quadro 4 apresenta alguns conceitos levantados na literatura que possam auxiliar na diferenciação, levando em consideração a perspectiva até então apresentada.

**Quadro 4 - Conceitos de Competência e Habilidade**

TERMO	CONCEITO
<b>COMPETÊNCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto de conhecimento, habilidade e atitudes interdependentes e necessárias para um determinado propósito (DURAND, 2000);</li> <li>• De forma holística, é aplicar conhecimento, habilidade e atitudes (entradas) para realizar tarefas e projetos específicos (saídas) de forma eficaz (SALMAN, GANIE e SALEEM, 2020);</li> <li>• Conhecimento e habilidades usadas no desempenho de atividade laboral (BARTRAM, 2012).</li> </ul>
<b>HABILIDADE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É transformar conhecimento adquirido em ação, com intuito de atingir um propósito em específico (DURAND, 2000; SALMAN, GANIE e SALEEM, 2020);</li> <li>• Capacidade de aplicar conhecimento na prática (FLEURY e FLEURY, 2001);</li> <li>• Forma de atuação auto orientada e criativa (GRONAU, ULRICH e TEICHMANN, 2017).</li> </ul>

**Fonte: elaborado pelo Autor (2020).**

É perceptível a atuação conjunta quando se aborda o conceito de competência e o elemento de ação quando se aborda o conceito de habilidade.

Exemplo, a competência de comunicação depende das habilidades de como persuasão, saber ouvir, capacidade de síntese, dentre outros. Portanto, este trabalho considera que para as características avaliadas são competências, pois sua atuação depende do conhecimento adquirido, das ações desempenhadas e do comportamento das pessoas em desempenhar as tarefas no trabalho.

Maheo, Mpofo e Ramatsetse (2019), descreve que a aquisição de competência vai além do conhecimento puramente teórico, inclui também a capacidade de aplicar conhecimento para resolver problemas práticos. Sendo assim, o ensino teve que passar por modificações, ao invés de centrar o ensino no conhecimento e no conteúdo ele terá que ser centrado na competência e orientado a práticas (HEE LEE e SHVETSOVA, 2019).

A Indústria 4.0 mudou a natureza do trabalho de forma significativa, recorrendo a um conjunto diferente de competências (WHYSALL, OWTRAM e BRITAIN, 2019; KAMARUZAMAN et al, 2019). Porém, apesar de todo o esforço de digitalização dos processos, o ser humano ainda é peça fundamental para utilização das tecnologias digitais (MULLER e HOPF, 2017) devido à capacidade de tomar decisões e flexibilidade (BLOCK, KREIMEIER e KUHLENKOTTER, 2018). O redesenho dos processos, pela adição de novas tecnologias, provocam mudanças nas funções ou tipos de atividade em uma organização, sendo que essas mudanças provocam transformações nos requisitos de competência dos colaboradores (GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN, 2017).

## 2.4 COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS E COMPETÊNCIAS TÉCNICAS

Para melhor esclarecimento sobre as competências e suas essências, é necessário subdividi-las em grupos predefinidos para garantir melhor clareza sobre conceito e modelo a ser elaborado (HECKLAU et al., 2016). Sendo assim, o presente estudo utilizou a classificação das competências em socioemocionais e técnicas, como conhecido em literatura internacional *Soft Skill* e *Hard Skill*.

As Competências Socioemocionais (*Soft Skills*) são mais pessoais, tais como comunicação efetiva e atuação em ambientes colaborativos (WIKLES e FAGIN, 2015), compostas por atributos de personalidade e comportamento, relacionados a carreira (ROBLES, 2012; FLORES, XU e LU., 2020). Elas são essenciais, na maior parte, para o trabalho em equipe no nível chão de fábrica e comunicação diária (BONGOMIN et

al., 2020). Devido a essa característica mais impessoal, essas competências são menos tangíveis, porém não menos importantes (MOTYL et al., 2017), fazendo com que as pessoas sejam mais adaptáveis e abertas a aprendizagem (CARUSO, 2018; FLORES, XU e LU., 2020).

De acordo com Cotet, Balgiu e Zaleschi (2017), as três principais Competências Socioemocionais exigidas para um trabalhador na era digital são criatividade, inteligência emocional e pensamento proativo. O entendimento dos autores é que essas três competências de ponta ajudam um funcionário a se adaptar facilmente às mudanças incrementais que são características da natureza das tecnologias da Indústria 4.0.

Devido a importância das Competências Socioemocionais, é necessário entender como ensiná-las e melhorá-las. Isso se deve porque essas Competências irão diferenciar os homens das máquinas (FARERI et al., 2020). Em programas de treinamento as Competências Socioemocionais e características pessoais merecem atenção tanto quanto as Competências Técnicas, pois representam fatores protetores na mudança de situações. Todas essas intervenções podem fomentar a aceitação da tecnologia dentro da empresa e fornecer conhecimento sobre a Indústria 4.0 em todos os níveis (MOLINO, CORTESE e GHISLIERI, 2020).

Hendarman e Tjakraatmadja (2012) define Competências Técnicas, conhecidas também como *Hard Skill* ou *Technical Skill* (FLORES, XU e LU., 2020), envolvem o trabalho com equipamentos, dados e *softwares*. Elas podem ser adquiridas por meio de treinamento, educação ou experiência (WILKLE e FAGIN, 2015). Diferentemente das Competências Socioemocionais, as Competências Técnicas podem ser facilmente aprendidas e mensuráveis, possibilitando aperfeiçoamento ao longo do tempo (MOTYL et al., 2017).

A ausência de Competências Técnicas também é um obstáculo relacionado a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 (MOLINO, CORTESE e GHISLIERI, 2020). Chega a ser mais crítico do que necessidade de investimentos, segurança de TI, tamanho da empresa e mudanças na cultura organizacional.

Anteriormente, segundo Robles (2012), as Competências Técnicas eram as únicas competências exigidas para garantir empregabilidade, porém esse novo contexto de mudanças nos ambientes de trabalho, essas Competências não são o suficiente para garantir o emprego. Moldavam (2019) e Cimini et al. (2020) descreve que os empregos do futuro exigirão uma combinação adequada de Competências

Socioemocionais e Competências Técnicas, sendo a combinação fundamental para estimular mudanças organizacionais, conforme apresentado pela Figura 8.

**Figura 8 - Combinação entre Competências Socioemocionais e Técnicas**

<p><b>Competências Técnicas:</b> envolve trabalho com equipamentos, softwares e dados, adquiridas por meio de treinamento e/ou experiência.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Literacia Digital;</li> <li>✓ Programação;</li> <li>✓ Análise de Dados;</li> <li>✓ Estatística;</li> <li>✓ Gestão de Projetos.</li> </ul>	<p><b>Competências Socioemocionais:</b> pessoais, compostas por atributos de personalidade e comportamento, caracterizado por ser menos intangível.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resolução de Problema;</li> <li>✓ Comunicação;</li> <li>✓ Ética;</li> <li>✓ Pensamento Digital;</li> <li>✓ Flexibilidade.</li> </ul>
--	---

**Fonte: Baseado em Flores, Xu e Lu (2020), elaborado pelo Autor (2020).**

As Competências Socioemocionais entram em evidência no novo contexto tecnológico devido ao trabalho altamente inovador e criativo, com parcerias multisetoriais entre empresas (*WORLD ECONOMIC FORUM*, 2018). Portanto, os futuros trabalhadores da Indústria 4.0 deverão atender a demanda principalmente das competências que possibilitem o trabalho colaborativo e interativo com diferentes culturas e costumes.

A abordagem de outros trabalhos pode ser discutida como forma de complementar e justificar este trabalho. Sakurada et al. (2020) abordou as competências em perfis específicos de trabalho. Liszka et al. (2019) abordou competências em carreira para engenheiros da indústria de fundição polonês. Maisiri, Darwich e Van Dyk (2019) aborda as competências para profissionais de engenharia no contexto sul-africano. Apesar de ser trabalho mais específicos, eles não verificaram as competências pelo viés das tecnologias que são empregadas.

Sendo assim, a literatura acadêmica aborda uma série de competências importantes para Indústria 4.0, sendo principal objetivo da Revisão Sistemática de Literatura por este estudo realizado. Porém, como forma de complementar a pesquisa, relatórios de consultoria relacionado as competências para Indústria 4.0 foram consultados, como apresentado na seção 2.5.

## 2.5 COMPETÊNCIAS PARA INDÚSTRIA 4.0 A PARTIR DE RELATÓRIOS TÉCNICOS

Como forma de complementar a lista de competências, foi pesquisado além da literatura acadêmica, alguns relatórios de pesquisa que buscaram explorar o tema

relacionado as competências para Indústria 4.0. Esses relatórios são construídos a partir de pesquisas com empresas, pois a partir do resultado direcionar o futuro do trabalho e promover ações a este respeito. Por exemplo, o programa da União Europeia Erasmus+ procurou investigar competências importantes para a formação profissional, que devem ser enquadrados em programas de qualificação (ERASMUS+, 2018).

O programa identificou que a disponibilidade de trabalhadores devidamente qualificados é requisito-chave da Indústria 4.0. Sendo assim, o relatório abordou uma análise das competências importantes para as necessidades da Indústria 4.0, abordando algumas competências como Comunicação, Liderança, Trabalho em Equipe e Competência com Tecnologia da Informação (ERASMUS+, 2018).

Além de utilizar investigação de literatura publicada em artigos, esses relatórios abrangem consultas realizadas em empresas parceiras, como os relatórios apresentados pelo *World Economic Forum*, onde uma linha está relacionada ao Futuro do Trabalho (*The Future of Jobs Report*). A versão 2020 do relatório permite uma visão geral do aumento do trabalho, emprego e competências de trabalho provocadas pelas mudanças advindas da Indústria 4.0 (WEF, 2020).

Esses relatórios são pautados em descrever mudanças advindas da aplicação de tecnologias digitais e quais as alterações nos requisitos de trabalho e emprego. Por meio deles, é possível rastrear as principais tendências no que diz respeito a emprego e competências de trabalho, permitindo criar estratégias para o futuro do trabalho.

A Indústria 4.0 é conhecida pela aplicação de tecnologias, o estudo do WEF (2020), demonstra que há uma alta probabilidade de as empresas pesquisadas adotarem computação em nuvem, big data e e-commerce, além de significativa importância relacionado a vulnerabilidade digital. Portanto, competências como pensamento analítico, aprendizagem ao longo da vida e resolução de problemas complexos estão em alta em uma projeção até 2025 entre as empresas que participaram da pesquisa (WEF, 2020).

Consultorias renomadas como a Deloitte e Mckinsey também preparam material sobre esse assunto. Um relatório da Deloitte (2018) aponta a necessidade de Competências Socioemocionais e treinamentos direcionados, focando em atender a escassez de pessoal qualificado. Ainda o mesmo relatório afirma que para

compreender a demanda da indústria é necessário contribuições da própria indústria, criando parcerias para promover qualificação dos quais os eles demandam.

O relatório da Mckinsey (2018) pesquisado com empresas de países europeus e Estados Unidos evidenciou que a automação irá acelerar as mudanças de competências, apontando algumas tendencias. Exemplo, a demanda por competências cognitivas básicas diminuirá, como competências físicas manuais, principalmente na operação manual de equipamentos. Em contrapartida, haverá aumento em competências básicas digitais e com tecnologias avançadas, além do aumento de competências sociais e emocionais.

No Brasil, uma iniciativa do Sistema FIEP e do SESI-PR procurou debater as competências para a Indústria 4.0 com base em evidências científicas e entidades globais referencias no tema, lançando o relatório skill 4.0: habilidades para a indústria (SESI, 2020). Neste, é promovido um debate das competências de acordo com os pilares tecnológicos.

Portanto, é possível verificar a importância do estudo de competências para a Indústria 4.0 e como ela movimenta iniciativas no mundo. Esses estudos podem ser direcionadores de iniciativas tanto pública quanto privada em promover treinamento e qualificação para força de trabalho e direcionar políticas para o enfrentamento dos desafios impostos pela Indústria 4.0 em relação a questão do trabalho.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Com base no exposto por este capítulo, é possível verificar a construção do conhecimento relacionado ao tema de Indústria 4.0 e Competências de trabalho, temas norteadores desta pesquisa. Inicialmente, foi realizado uma revisão da literatura para compreender o que é a Indústria 4.0, seu histórico e tecnologias impulsionadoras, conforme descrito na Seção 2.1 e atendendo ao primeiro objetivo específico.

A Seção 2.2 abre caminho para o outro tema desta pesquisa, pois para entender sobre as competências de trabalho é necessário conhecer os Recursos Humanos 4.0, Novos Postos de Trabalho, Trabalhadores 4.0 e Programas de Treinamento. Conhecendo sobre esse assunto, a Seção 2.3 apresenta os conceitos relacionado as Competências e desvenda os conceitos e confusões teóricas relacionada a esse assunto, principalmente relacionado a diferenciação entre competências e habilidades.

Mais especificamente, a Seção 2.4 caracteriza as Competências Socioemocionais e Competências Técnicas, forma de categorização utilizada por este trabalho. E por fim são apresentados os relatórios de consultoria, seção 2.5, que investigam sobre o tema no mundo do trabalho 4.0.

Com esse arcabouço teórico explanado, pode-se compreender o contexto do trabalhador na Indústria 4.0 e como mapear as competências importantes para o contexto da Indústria 4.0. Portanto, o próximo capítulo apresenta a metodologia utilizada para atender aos próximos objetivos específicos e ao objetivo geral.



### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento do estudo para proposta do mapeamento de competências importantes para o contexto da Indústria 4.0. Portanto, será apresentado a caracterização da pesquisa, a Base Teórica construída e a Base Ferramental utilizada para atingir os objetivos deste estudo.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se com base na literatura pertinente, podendo ser classificada quanto a natureza, objetivos, abordagem de pesquisa, quanto ao método e as técnicas de coleta de dados. O Quadro 5 apresenta um resumo dessa caracterização, sendo mais especificado abaixo.

**Quadro 5 - Resumo da Estrutura da Pesquisa**

<b>CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA</b>	
Quanto a Natureza	Aplicada
Quanto aos Objetivos	Exploratória
Quanto à Abordagem do Problema	Quanti-Qualitativa
Quanto ao Método de Pesquisa	Estudo de Caso
Quanto às Técnicas para Coleta de Dados	Questionário

**Fonte: Autor (2020).**

Com base nos conceitos propostos por Ganga (2012) e Miguel (2012), a presente pesquisa caracteriza-se de natureza aplicada, que utiliza de conhecimentos sistematizados para solucionar problemas organizados. Sendo que com base o estudo sobre Indústria 4.0 e competência, permitiu-se desenvolver um mapeamento de competências para a atuação do trabalhador em tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0, resolvendo problemas específicos identificados.

Quanto ao objetivo, configura-se em uma pesquisa exploratória, por tratar-se de um estudo desenvolvido com a intenção de explorar conhecimento, com objetivo de compreender uma realidade pouco explorada (GANGA, 2012). Sendo assim, buscou-se identificar as competências necessárias para a atuação no contexto da Indústria 4.0 por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura e Análise de Conteúdo, possibilitando construir a ferramenta de mapeamento de competências.

Em relação a abordagem do problema, pode-se classificar como combinada (quanti-qualitativa). Segundo Miguel (2012), a combinação permite entender melhor o

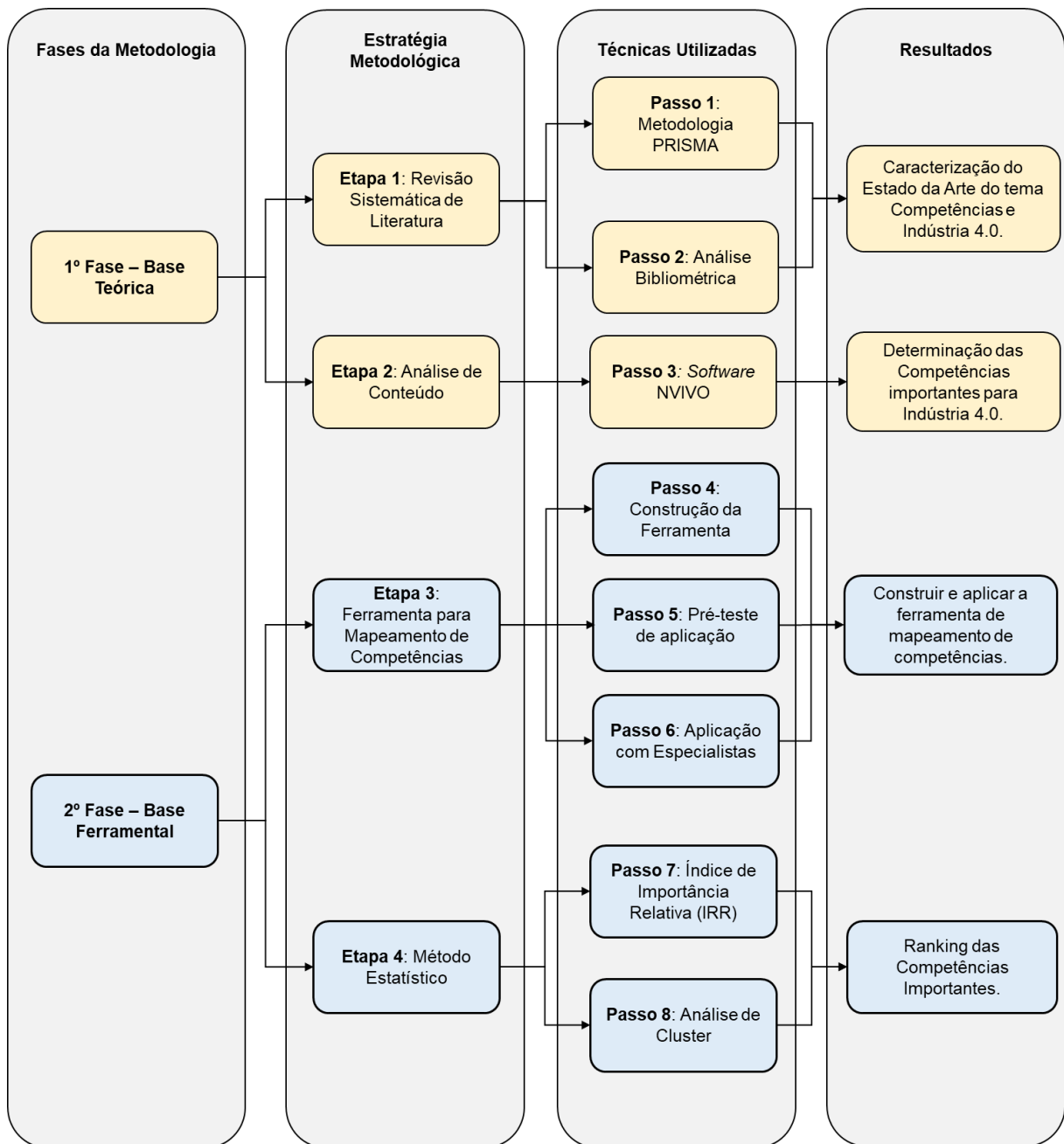
problema explorado do que as abordagens separadamente permitiria. Portanto, além de realizar uma busca de literatura relacionado a identificar quais competência orientadas ao contexto da Indústria 4.0 (qualitativa), um mapeamento com especialistas e análise dos dados por meio de ferramentas estatísticas foram utilizadas para atender ao objetivo (quantitativa).

Com base no método utilizado, caracteriza-se como estudo de caso que, segundo Ganga (2012), é evidenciado como um estudo que constrói, testa e amplia teorias, ao que se refere a explorar e compreender um fenômeno. Portanto, como objetivo do estudo propõe-se em, por meio de consulta a especialistas da indústria e da academia, mapear as competências importantes para atuação do trabalhador nas principais tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0.

Por fim, a técnica de coleta de dados a ser utilizada é com base em questionários estruturados, onde os respondentes (especialistas da indústria e academia) escolhidos em empresas e universidades que aplicam e estudam Indústria 4.0. Gil (2008) descreve que o questionário permite uma investigação composta por um conjunto de questões submetidas a pessoas com propósito de obter informações.

Para a construção deste estudo, a metodologia foi subdividida em duas etapas, sendo a primeira a Base Teórica utilizada e a segunda a Estrutura Operacional do estudo. O esquema apresentado pela Figura 9 demonstra essas fases, sendo elas explicadas abaixo.

**Figura 9 – Fluxograma da Metodologia da Pesquisa**



Fonte: Autor (2021).

### 3.2 FASE 1: BASE TEÓRICA

A construção do mapeamento de competências foi auxiliada por uma base teórica construída por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura e Análise de Conteúdo. O objetivo da Revisão Sistemática é analisar evidências relevantes, realizando um processo sistemático e replicável, com intuito de levantar literatura pertinente (KITCHENHAM, 2004).

Por meio do resultado da Revisão Sistemática de Literatura, permitiu-se caracterizar o estado da arte sobre o conhecimento relacionado a Indústria 4.0 e competências de trabalho. Essa caracterização foi realizada por meio de uma Análise bibliométrica, apresentado o que foi sistematizado de estudo até o momento desta pesquisa. Ainda sobre a investigação de competências importantes para Indústria 4.0, foi consultado também relatórios de consultorias renomadas ao redor do mundo que se propuseram a estudar este assunto e seu impacto para o mundo do trabalho.

Já a Análise de Conteúdo é pautada pelo intuito de construir conhecimento, gerar teorias e desenvolver modelos por meio da organização de dados qualitativos. Essa análise sintetiza descobertas científicas para analisar lacunas existentes (BRINGER, JOHNSTON e BRACKENRIDGE, 2004). Nos subtópicos que seguem são apresentados cada fase mais especificamente.

### 3.2.1 Etapa 1: Revisão Sistemática de Literatura

O processo de Revisão Sistemática de Literatura foi utilizado como primeira fase da construção da base teórica que embasa o estudo cientificamente. Sendo assim, esta etapa consiste em buscar estudos semelhantes já publicados em esfera internacional, com características similares ao tema por esta pesquisa abordado.

Na literatura existem vários métodos, dentre eles o *Roadmap* (CONFORTO, AMARAL e SILVA, 2010), *Proknow-C* (ENSSLIN et al., 2010) de obtenção de portfólio bibliográfico e a *Methodi Ordinatio* desenvolvido por Pagani, Kovaleski e Resende (2015), que busca estudos de maior relevância científica por meio de um cálculo multicritério utilizando 3 fatores: número de citações, ano de publicação e fator de impacto (JCR) do periódico publicado. O método privilegia artigos com fator de impacto, sendo um fator para o ranqueamento.

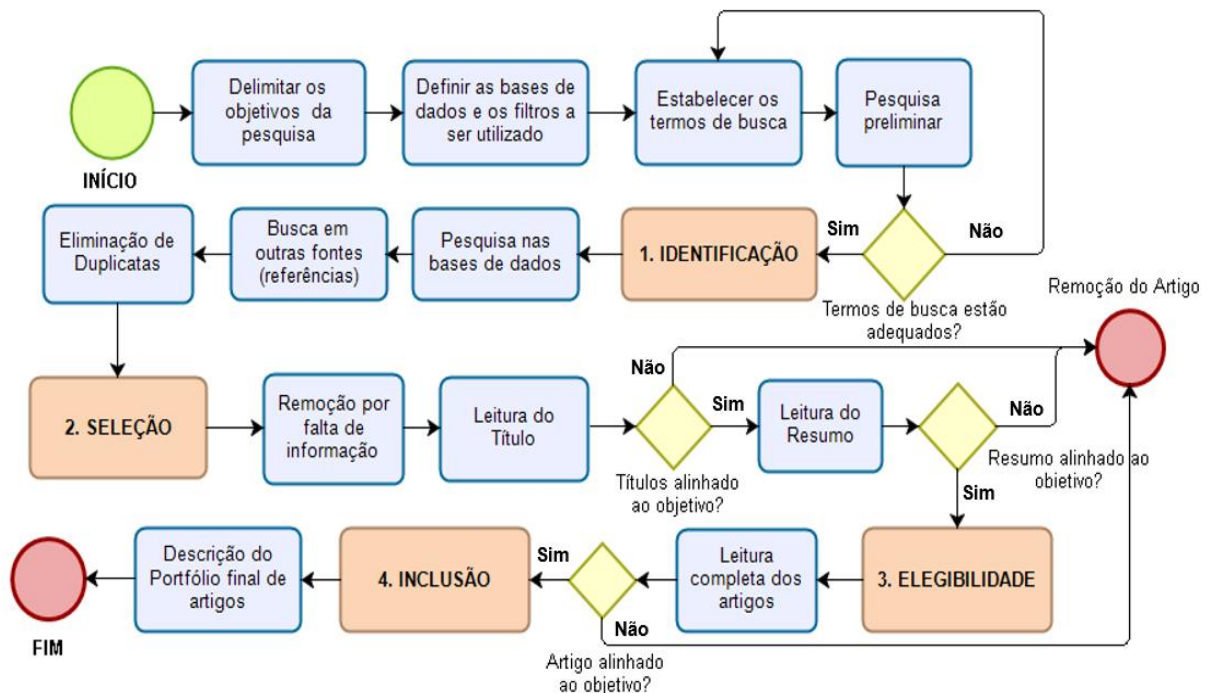
Para este estudo, utilizou-se a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – Descrição dos Itens Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises – Passo 1). Essa metodologia permite uma investigação sobre o tema, permitindo também uma análise sobre os estudos publicados nas bases de dados selecionadas.

O PRISMA é uma atualização do QUOROM (*Quality of Reporting Meta-Analyses*). Enquanto o QUOROM é uma orientação para relatos de meta-análise e ensaios clínicos (MOHER et al., 2000), o PRISMA faz a inclusão de Revisões

Sistemáticas proposto por Moher et al. (2009), permitindo que os autores melhorem os relatos de revisões sistemáticas e meta-análises. Apesar do foco ser ensaios randomizados, o PRISMA pode ser usado como base para relatos de revisões sistemáticas de outros tipos de pesquisa (MOHER et al., 2009).

O PRISMA utiliza-se da combinação de palavras-chave que remetem a pesquisa em questão utilizadas em bases de dados com estudos renomados para a área de pesquisa. Após uma pesquisa inicial, são utilizadas diversas filtragens propostas pela metodologia (MOHER et al., 2009) com intuito de aproximar o portfólio final para leitura o mais próximo aos objetivos definidos. A Figura 10, construída com base na metodologia PRISMA, tem a finalidade de apresentar as etapas de construção da base teórica.

**Figura 10 - Etapas de Construção da Base Teórica**



**Fonte: Autor (2020).**

O PRISMA pode ser traduzido por meio de um fluxo de informações, dos quais esse fluxo é subdividido em 4 etapas, sendo eles:

- **Identificação:** etapa de busca nas bases de dados por meio dos critérios pré-estabelecidos. Essa etapa organiza os documentos encontrados nas bases e ainda a seleção de pesquisas em fontes alternativas (referências bibliográficas de artigos encontrados que não retornaram nas bases). A etapa finaliza com a remoção de artigos duplicados;

- **Seleção:** processo de aplicação dos filtros. Essa etapa permite reduzir o número de estudos encontrados aplicando critérios de filtragens específicas para aproximar o portfólio ao objetivo do estudo. Os filtros utilizados são remoção de artigos por falta de informação, remoção por leitura de título e remoção por leitura de resumo;
- **Elegibilidade:** a etapa de elegibilidade é necessária para eleger os estudos que formaram o portfólio final de artigos. Essa etapa consiste na leitura do texto completo para verificar se o mesmo oferece os requisitos necessários para responder aos objetivos da pesquisa;
- **Inclusão:** fase de inclusão é a descrição do portfólio final de estudos que foram incluídos após a análise realizada nas etapas anteriores.

Inicialmente foram definidos os eixos de pesquisa a serem utilizados, por meio dos dois “eixos-chave” da pesquisa: “Indústria 4.0” e “Competência”. Após leituras preliminares de artigos relacionados ao tema, foi possível identificar um conjunto de palavras-chave que traduzissem a intenção de pesquisa. Principalmente relacionado ao tema de Indústria 4.0, existem muitas palavras que descrevem esse eixo, tendo em vista que os principais países que desenvolvem ações nessa área criaram seus próprios termos, como por exemplo, *Industry 4.0*, *Industrie 4.0* e *Fourth Industrial Revolution* são termos utilizados na Alemanha; já *Advanced Manufacturing* e *Smart Manufacturing* são termos utilizados nos Estados Unidos (SAKURADA et al., 2020). Para o eixo de competência, utilizou-se palavras que traduziu o termo competência (*Competence*, *Competency* e *Skill*) e algumas variações identificadas, além de palavras relacionado a Gestão de Recursos Humanos.

Sendo assim, devido a quantidade de termos encontrados, foi necessária uma organização para a pesquisa com auxílio dos índices booleanos “OR” e “AND”, como forma de organização e sistematização das palavras. Os índices booleanos permitem aumentar a probabilidade de a pesquisa encontrar documentos relevante (ALIYU, 2017). O “OR” é usado para o descrever os sinônimos encontrados e o “AND” para conectar os eixos de pesquisa. O Quadro 6 organiza tais combinações que foram utilizadas nas bases de dados, sendo que todos os termos utilizados no eixo 1 (Indústria 4.0) foram combinados com os termos do eixo 2 (Competência).

**Quadro 6 - Combinação de Palavras-Chave**

Eixo “Indústria 4.0”		Eixo “Competência”
(“Industry 4.0” OR “Industrie 4.0”) (“Fourth Industrial Revolution” OR “4 <sup>th</sup> Industrial Revolution”) (“Smart Industry” OR “Smart Manufacturing” OR “Smart Factory”) (“Digital Transformation” OR “Cyber Physical Systems” OR “Advanced Manufacturing”)	<b>AND</b>	(“Skill” OR “Skill Development” OR “Skill Model” OR “Skill Management” OR “Skill Assessment” OR “Workers Skill”) (“Competence” OR “Competence Development” OR “Competence Model” OR “Competence Management” OR “Competence Assessment” OR “Workers Competence”) (“Competency” OR “Competency Development” OR “Competency Model” OR “Competency Management” OR “Competency Assessment” OR “Workers Competency”) (“Human Resource Management” OR “Smart Human Resource” OR “Human Resource Management 4.0” OR “HRM 4.0” OR “SHR 4.0”)

**Fonte: Autor (2020).**

Com uma organização nas palavras-chaves utilizadas, o próximo passo foi realizar a busca nas bases de dados indicadas, sendo elas, *Web of Science* (WoS), *Scopus* (S) e *Science Direct* (SD). A escolha das bases citadas deve-se à qualidade científica, quantidade de estudos que aderem ao escopo do presente estudo e qualidade dos periódicos indexados. No Apêndice 1, organiza-se o resultado quantitativo bruto de cada combinação de palavras-chaves, sendo que a busca foi realizada no mês de Maio de 2020.

O portfólio inicial totalizou 1489 artigos encontrados nas bases de dados selecionadas. Vale ressaltar que para essa busca inicial, utilizou-se alguns critérios para inclusão, sendo eles utilizadas nas 3 bases de dados. Primeiramente, selecionar apenas artigos de pesquisa e artigos de revisão publicados, conforme caracterização da base de dados, no idioma inglês. Outro critério foi relacionado aos termos de buscas (descritos no Quadro 6), sendo que, esses termos foram estabelecidos que eles deveriam conter no Título, Resumo ou Palavras-Chave (*Title, Abstract or Keywords*). Os protocolos utilizados são apresentados no Quadro 7.

**Quadro 7 - Protocolo de Pesquisa**

PROTOCOLOS DE PESQUISA	
<b>Termos de Busca</b>	Apresentado no Quadro 6.
<b>Onde encontrar os Termos</b>	Título, Resumo ou Palavras-Chave ( <i>Title, Abstract or Keywords</i> )
<b>Estratégia de Busca</b>	AND entre os grupos.
<b>Base de dados</b>	Scopus, Science Direct e Web of Science.

<b>Tipos de Publicação</b>	Artigos de Pesquisa e Revisão, de acordo com a divisão das bases de dados.
<b>Idioma</b>	Inglês.
<b>Período</b>	Não Especificado.

Fonte: Autor (2020).

Além dos artigos encontrados nas bases de dados, a metodologia permite incluir artigos identificados em outras fontes, sendo esses referencias citadas por artigos em leituras preliminares. Esses artigos não retornaram nas bases e foi verificado a necessidade de fazer a inclusão de tais estudo. Portanto, além da pesquisa inicial, incluiu-se mais 6 artigos identificados por referencias de artigos.

Os arquivos foram baixados em formato BibText e para auxiliar na organização dos arquivos, foi utilizado o gerenciador de referências Mendeley®, sendo esse um software gratuito e de fácil usabilidade, possuindo ferramentas como a remoção de arquivos duplicados, fase final da etapa de **Identificação**. Com a remoção das duplicatas (648), iniciou-se a próxima etapa da metodologia.

A próxima etapa consiste na **Seleção**. Essa etapa permitiu aplicar filtros determinados pela metodologia para remover estudos que não contribuem para atender ao objetivo. Os critérios utilizados seguiram esta ordem:

- Remoção de artigos com falta de informações básicas, como título, autores ou *journal* de origem (22 artigos);
- Remoção de artigos cujo por meio da leitura do título não apresenta relação com o estudo de competência no contexto da Indústria 4.0 (412 artigos);
- Remoção de artigos cujo por meio da leitura do resumo não conseguiu identificar relação com o tema de estudo de competência no contexto da Indústria 4.0 (325 artigos).

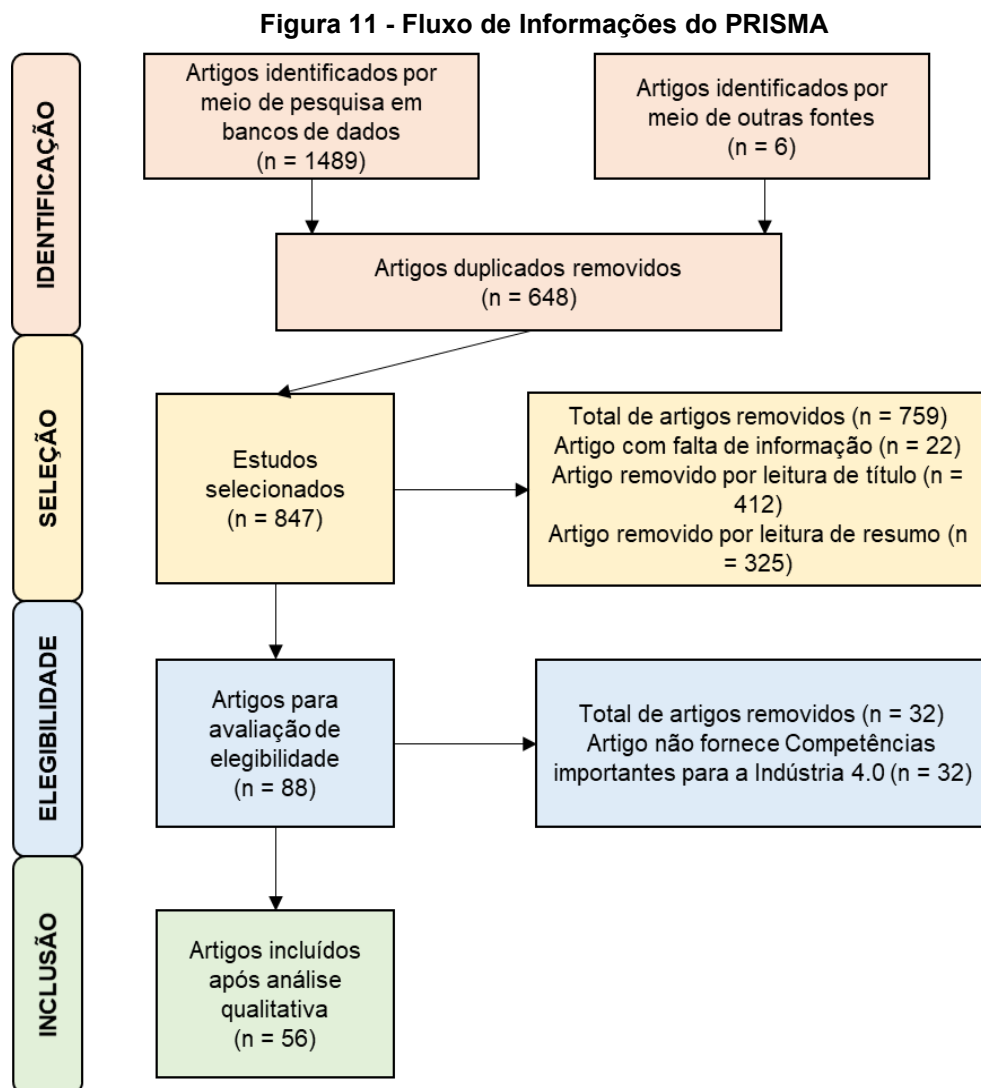
Os artigos que atenderam aos critérios anteriores passaram para próxima etapa que consiste na avaliação de **Elegibilidade**. Para esta etapa, necessitou-se baixar os artigos na integra para análise de conteúdo. Portanto, o critério para que o artigo permaneça no estudo era que ao longo da leitura completa ele apresentasse as competências importantes para o contexto da Indústria 4.0, sendo os que não apresentaram, foram excluídos (32 artigos).

Para essa avaliação de elegibilidade, foi utilizado o software QSR NVIVO® 10, como software para realizar a leitura sistemática dos estudos e destacar trechos



de textos que apontassem quais competências foram descritas nos artigos analisados. O software permitiu realizar a análise de conteúdo dos artigos e catalogar as competências identificadas, conforme descrito no subtópico 3.3.

Por fim, a etapa de **Inclusão**, permitiu descrever o portfólio final de artigos analisados, definidos após a análise qualitativa realizada. A Figura 11 apresenta o fluxo de informações do PRISMA, descrevendo as etapas realizadas e seus dados quantitativos.



Fonte: adaptado de Moher et al. (2009)

Os artigos que compõem o portfólio final tratam de assuntos relacionados a Indústria 4.0 e como essas mudanças podem afetar as competências para o desenvolvimento do trabalho. Além disso, ao decorrer da leitura, foi possível identificar competências importantes para o contexto da Indústria 4.0, atendendo ao objetivo de realizar a Revisão Sistemática sobre o assunto. Todos os artigos catalogados, mesmo

que diretamente seu assunto principal não fosse as competências, apresentaram pelo menos uma competência importante para esse novo contexto. No Apêndice 2, está organizado uma lista com o portfólio final de artigos encontrado por meio da aplicação da metodologia PRISMA. Nele possui uma identificação de 1 a 56 que será utilizada com intuito de referenciar o artigo.

Além das competências, os artigos apresentaram contribuições relevantes sobre as mudanças resultantes da aplicação de tecnologias para a Indústria 4.0 ao contexto industrial e as mudanças relacionadas ao trabalho. Essas contribuições foram analisadas e permitiu a construção do Capítulo 2 de referencial teórico e as discussões deste estudo.

### 3.2.2 Passo 2: Análise Bibliométrica

Os 56 artigos obtidos por meio da Revisão Sistemática de Literatura foram analisados de acordo com seu panorama bibliométrico. Treinta et al. (2014) define análise bibliométrica como um estudo que busca identificar o que foi construído de conhecimento pelos cientistas sobre determinado assunto, avaliando as principais tendências sobre ele.

A análise foi realizada por meio de dados característicos dos artigos, sendo que as bases de dados utilizados auxiliaram na coleta dessas informações. A Scopus foi utilizada como base de dados para a coleta das informações, já que nela está indexada 91% (51 artigos) dos estudo que compuseram o portfólio final dos artigos. Para os artigos que não estavam indexados, as informações foram extraídas manualmente e incorporada a planilha eletrônica utilizada.

Dentre as análises efetuadas estão: distribuição de artigos ao longo dos anos, principais *journals*, artigos mais citados, principais autores que mais publicaram sobre o assunto e palavras-chave utilizadas nos artigos. Essas informações permitiram verificar a aderência ao tema do estudo explorado.

### 3.2.3 Relatórios de Consultoria Identificados

Com objetivo de complementar a lista de competências, o estudo utilizou de relatórios, conforme seção 2.5 do Capítulo 2, que tem como discussão as

competências no mercado de trabalho no contexto da Indústria 4.0. Isso permitiu uma investigação mais abrangente da discussão sobre as competências.

Os relatórios de consultoria foram consultados pois a lista de competências fornecido pelos artigos mostrou-se incompleta, principalmente no quesito referente as Competências Técnicas. As consultorias foram escolhidas pois esse tema de grande relevância para o mundo do trabalho, sendo um tema que as empresas querem saber mais a fundo, motivando a pesquisa por parte de algumas consultorias.

Os relatórios utilizados estão organizados no Apêndice 2, sendo identificados de 57 a 63. Essa numeração foi utilizada para identificar no instrumento de pesquisa a fonte utilizada, semelhante a utilizada pelos artigos identificados. O estudo 57 do programa Erasmus+ da União Europeia, estudou competências importantes para o gerenciamento de clusters para o desenvolvimento da Indústria 4.0. Esse programa tem o principal objetivo de identificar as competências para serem incorporadas a programas de treinamento. O relatório identificado como 58 da Mckinsey discute o futuro da força de trabalho devido a automação e utilização das tecnologias da Indústria 4.0 e as competências para utilizá-las.

O estudo 59 apresentou uma discussão sobre o desenvolvimento de competências para a Indústria 4.0, sendo desenvolvido pela consultoria Roland Berger, apresentando uma discussão sobre os desafios de qualificação da força de trabalho para os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). O Fórum Econômico Mundial em sua vertente do Futuro do Trabalho apresentou uma discussão a respeito do desenvolvimento de competências relacionado as novas tecnologias digitais. Esse estudo está identificado pelo número 60.

O estudo 61 da Deloitte discutiu sobre a preparação da força de trabalho para a Quarta Revolução Industrial, sendo apresentado contribuições relacionadas aos desafios e a demanda por competências nas empresas que foram pesquisadas. O estudo representado pelo número 62 é do programa VET (*Vocation Education and Training 4.0*), que também faz parte do Erasmus+, sendo que investiga competências a serem inclusão em treinamento para o futuro do trabalho.

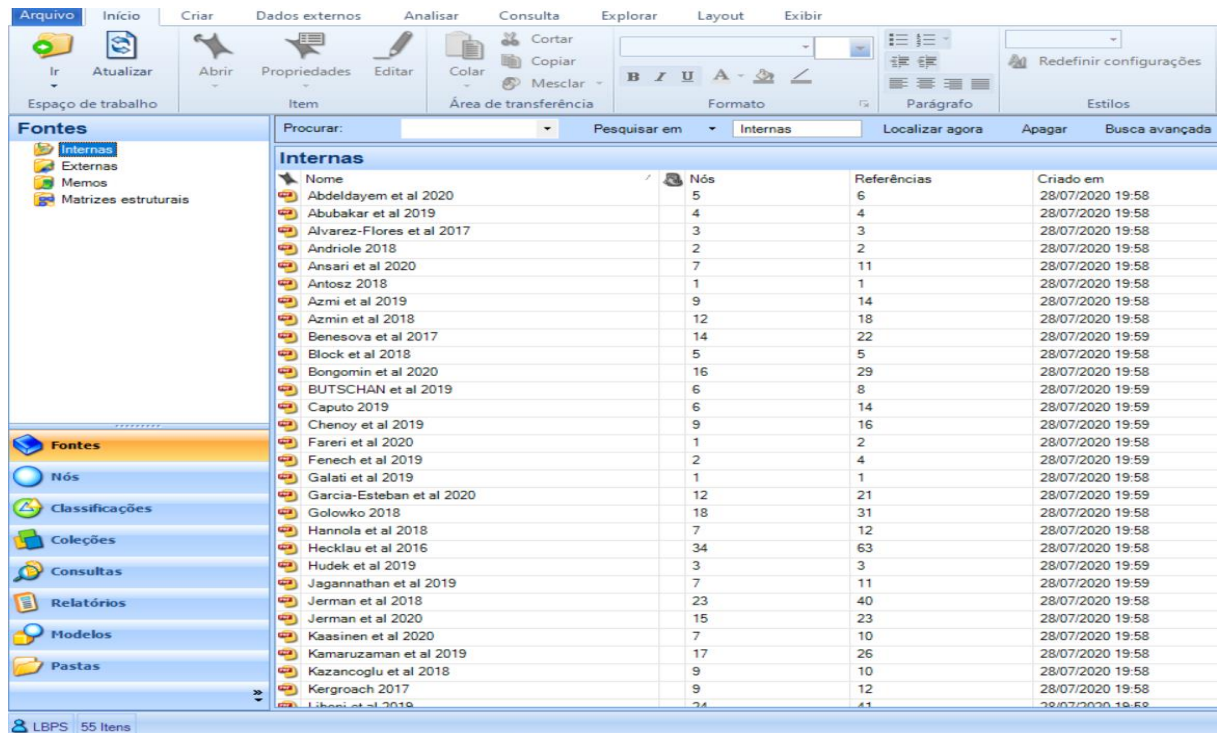
O estudo 63, realizado pelo SESI-PR, apresentou uma discussão sobre as habilidades para a Indústria 4.0, realizado em ampla discussão de acordo com as tecnologias que compõe essa nova revolução. Portanto, em todos os relatórios utilizados, permitiu verificar o acordo com o objetivo do trabalho em utilizar competências que são importantes para o contexto da Indústria 4.0.

### 3.2.4 Etapa 2: Análise de Conteúdo

Braun e Clarke (2006) descreve a análise conteúdo como uma técnica qualitativa caracterizada pela flexibilidade. Ainda segundo o mesmo autor é uma análise baseado em informações textuais com objetivo de identificar, analisar e relatar padrões de temas.

Os 88 artigos que permaneceram após a etapa de seleção, como descrito no subtópico 3.2.1, foram para análise de elegibilidade, com intuito de verificar quais artigos descreviam as competências direcionados ao contexto da Indústria 4.0. Para verificar essa aderência, foi utilizado o Software QSR Nvivo® 10 (Passo 3), que permite destacar os trechos de texto de acordo com a temática definida. A Figura 12 apresenta uma interface do geral do software.

**Figura 12 - Interface do NVIVO 10**



**Fonte: Arquivo Software QSR Nvivo® 10.**

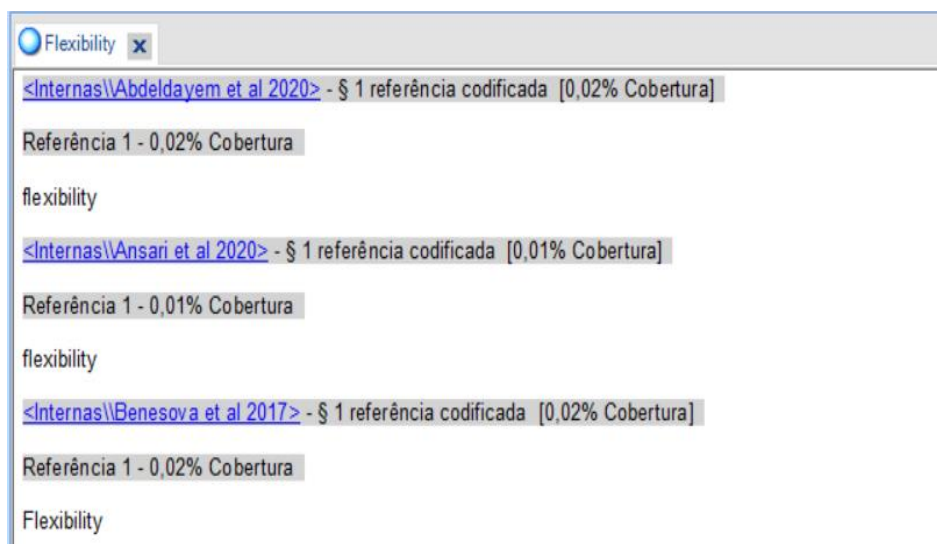
Além dos artigos, foram adicionados 7 relatórios de consultoria. Ao final da análise, foram codificados nesta etapa 56 artigos de pesquisa resultantes da Revisão Sistemática de Literatura e 7 relatórios de consultoria, totalizando 63 documentos codificados.

A seguir serão apresentadas as etapas seguidas para a identificação das competências voltadas a indústria 4.0 referenciadas na literatura analisada.

## Etapa 1. Mapeamento Preliminar

O mapeamento foi realizado com base na análise individual dos estudos, permitindo construir fontes de informações sobre o assunto analisado. Portanto, a leitura dos artigos e relatórios permitiram identificar ao longo do texto competências importantes para a Indústria 4.0, organizando as informações em nós. Portanto, em cada competência identificada, um nó era criado e caso uma competência fosse identificada em outro documento, o software permitia codificá-lo no nó já criado, verificando a quantidade de documentos em que a competência foi citada. A Figura 13 apresenta exemplo de um nó, relacionado a competência Flexibilidade (*Flexibility*).

Figura 13 - Exemplo do nó Flexibilidade



Fonte: Arquivo do NVIVO 10.

Após a construção de todos os nós, foi necessário um agrupamento baseado nos conceitos apresentados de Competências Socioemocionais e Competências Técnicas. Isso permite reunir as informações baseado nos conceitos levantados e subdividi-las para a construção do mapeamento.

## Etapa 2. Construção dos Nós e Sub-Nós e Agrupamento

Baseado nos conceitos levantados sobre as competências, elas foram agrupadas nos “nós” Competências Socioemocionais e Competências Técnicas, sendo as competências transformadas em sub-nós. Isso permite uma melhor organização ao utilizar as informações codificadas. Esse agrupamento aconteceu com base nos conceitos levantados sobre as competências, na descrição da própria

competência e em subdivisões que os próprios artigos analisados realizaram. A Figura 14 apresenta um exemplo do agrupamento especificado.

**Figura 14 - Agrupamento Nó e Sub-nó**

Name	Sources	References
Competência Técnica	35	154
Competência Socioemocionais	57	346
Adaptability	11	11
Ambiguity Tolerance	3	3
Analytical Skill	12	12
Autonomy	3	3
Communication skill	33	33
Compliance	2	2
Compromising and Cooperative	10	10
Conflict Solving	4	4

**Fonte: Arquivo do NVIVO 10.**

Neste agrupamento também é permitido verificar a quantidade de codificação realizada. Por exemplo, na Figura 15 verifica-se que a Competência Comunicação (*Communication Skill*) foi identificada em 33 documentos (*Sources*), ou seja, citado por 33 artigos e/ou relatórios analisados, de um total 63 documentos analisados.

As competências identificadas pela análise de conteúdo foram *inputs* para a próxima fase deste estudo, Base Ferramental, como descrito na Figura 9. Nesta fase são apresentados como a ferramenta para mapear as competências importantes para o contexto da Indústria 4.0.

### 3.3 FASE 2 – BASE FERRAMENTAL

Após a realização da Base Teórica, será apresentado a Fase de construção da Ferramenta e como os dados coletados serão analisados. Como dados de entrada para a ferramenta, foram utilizadas as tecnologias impulsionadoras encontradas pelo Referencial Teórico e as Competências encontradas pela Análise de Conteúdo.

Posteriormente, a ferramenta foi aplicada a especialistas. Essa técnica consiste em coletar a opinião de pessoas que atuam diretamente com as tecnologias impulsionadoras. Sendo assim especialistas da academia e da indústria foram requisitados.

A análise de dados pautou-se em condensar as respostas adquiridas dos especialistas em um Índice de Importância Relativa (IRR) e este mesmo índice permitiu operacionalizar uma análise de cluster, verificando cluster de tecnologias

construídos de acordo com os índices de competências. Essa análise permitiu verificar quais tecnologias se agrupam entre si além de verificar quantitativamente o comportamento das competências nesses grupos.

### 3.3.1 Etapa 3 - Ferramenta de Mapeamento de Competências

Com objetivo de verificar a importância das Competências Socioemocionais e Técnicas, identificadas pela Base Teórica do estudo, em cada tecnologia impulsionadora listada por este trabalho (subtópico 2.1.2), foi necessária uma consulta com especialistas em tecnologias impulsionadoras da academia e da indústria. Essa consulta permitiu determinar uma lista priorizada de competências para cada tecnologia impulsionadora, e uma análise das competências mais importantes identificadas na Indústria 4.0 como um todo.

Sendo assim, foi construído uma planilha eletrônica (Passo 4), com base no software Microsoft Excel, com questionário de consulta que permite que os especialistas escolhidos responderem ao questionamento levantado. A planilha foi construída em 15 abas, sendo que: a primeira aba dispõe de instruções para preenchimento, as 13 abas seguintes apresentam a lista de Competências Socioemocionais e Técnicas subdivididos em cada tecnologia identificadas e a última aba apresenta a lista de referências. Nas abas sobre as tecnologias, uma estrutura pronta para o especialista sugerir competências. O Quadro 8 apresenta um modelo da estrutura do questionário utilizado e no Apêndice 3 é apresentado a ferramenta na íntegra.

**Quadro 8 - Modelo de Questionário Utilizado**

Tecnologia Impulsionadora				
Competências	Referências	Autores	Breve Descrição	Escala
Competência 1	Número de artigos citados	Autores referência	de Breve descrição da competência para situar o especialista.	
Competência 2	Número de artigos citados	Autores referência	de Breve descrição da competência para situar o especialista.	
Competência 3	Número de artigos citados	Autores referência	de Breve descrição da competência para situar o especialista.	

Fonte: Autor (2021).

O objetivo deste questionário foi coletar o ponto de vista dos especialistas, atribuindo importância da competência descrita em relação a tecnologia impulsionadora descrita. Para isso, os especialistas utilizaram da escala *Likert* de 5 pontos (1 = Sem Importância; 2 = Pouca Importância; 3 = Média Importância; 4 = Importante; 5 = Muito Importante).

A escolha dos especialistas utilizou critérios com base no conhecimento em relação a Indústria 4.0. Os especialistas da universidade foram escolhidos com base em pesquisa na Indústria 4.0, sendo esses especialistas fazem parte de disciplinas e projetos envolvendo as tecnologias impulsionadoras. Em relação a indústria, a escolha baseou-se em líderes de projetos da Indústria 4.0 em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e contatos via rede social de negócio, o LinkedIn. Uma dificuldade foi encontrar especialistas para cada tecnologia analisada que retornassem a ferramenta respondida, devido a isso essas estratégias para alcançar especialistas para todas as tecnologias.

Portanto, para o cuidado com respostas concretas, os especialistas foram consultados com base no seu conhecimento sobre as tecnologias impulsionadoras. Por exemplo, um professor da universidade que tem pesquisas baseada em IoT foi consultado para atribuir importância sobre as competências atribuídos a tecnologia IoT. Um especialista da indústria que aplica Inteligência Artificial foi consultado para atribuir importância sobre as competências necessárias a tecnologia Inteligência para atribuir importância a competências em relação a tecnologia Inteligência Artificial, e assim sucessivamente. Sendo assim, foram consultados especialistas que tenham algum estudo, pesquisa ou aplicação prática em relação as tecnologias impulsionadoras descritas, permitindo construir uma lista hierarquizada de competências para cada tecnologia impulsionadora.

Devido a Indústria não aplicar todas as tecnologias advindas da Indústria 4.0, foi necessário a busca por múltiplos especialistas. Além disso, o conceito e as tecnologias da Indústria 4.0 ainda não estão bem delineadas, como apresentado no subtópico (2.1.2). Devido aos especialistas não necessariamente aplicar ou conhecer todas as tecnologias a ponto de dispor de sua opinião em relação as competências, a planilha eletrônica foi a solução mais viável para a ferramenta sem dispor de nenhum transtorno ou limitação de algum website em relação ao especialista não responder sobre todas as tecnologias.



Além da consulta sobre a importância de cada competência para as tecnologias descritas, o questionário possui a caracterização do respondente. Características como segmento de atuação, maior titulação, cargo, tempo de atuação em Indústria 4.0 e tempo de atuação foram perguntas para traçar o perfil dos respondentes.

### 3.3.2 Passo 5: Pré-teste

Com objetivo de verificar se a ferramenta construída atende aos objetivos definidos, um pré-teste foi realizado como forma de validação da ferramenta para verificar se as informações foram transmitidas. O teste foi realizado com 2 especialistas da academia e 1 da indústria, validando estruturalmente a ferramenta.

Os respondentes verificaram se a planilha eletrônica estava funcionando corretamente, se a questão do entendimento que o especialista poderia responder apenas tecnologias pontuais e qual tempo médio de resposta. A opinião a respeito de pontos de melhoria considerada foram:

- Separação de tecnologias por abas;
- Utilização de lista suspensa com as escalas;
- Inserção do quadro de referências;
- Inserção de uma coluna de comentários.

Essas opiniões foram levadas em consideração para a construção da versão final da ferramenta. O objetivo é justamente repassar informações rápidas e precisas para facilitar aos especialistas consultados em seu preenchimento.

### 3.3.3 Passo 6: Aplicação da Ferramenta com especialistas

A ferramenta construído e testado foi aplicado a especialistas da indústria e da academia para a identificação das competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0. O Apêndice 3 apresenta o questionário completo encaminhado para os especialistas por e-mail, além do corpo do e-mail enviado.

O questionário foi enviado para 43 pessoas, dentre elas professores de universidades brasileira e internacionais e profissionais da indústria. Dentre os 43 enviados, foram retornados 18 questionários. Para ser considerado válido, a partir do

momento que o especialista respondia sobre uma tecnologia, ele deveria dispor da sua opinião a respeito de todas as competências descritas.

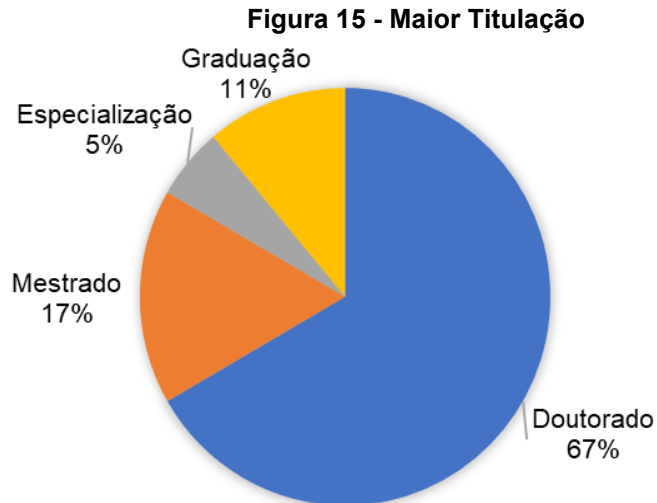
A aplicação da ferramenta requisitou especialistas da Academia e da Indústria. Isso permitiu requisitar opinião sobre pessoas que conduzem pesquisa e que atuam diretamente no mercado de trabalho. Dentre os 18 questionários devolvidos. Apesar de uma amostra pequena, resultados relevantes foram encontrados, como apresentados no Capítulo 4. O Quadro 9 apresenta as características individuais coletadas sobre cada especialista.

**Quadro 9 - Características dos Especialistas**

Segmento	Especialista	País
Educação	<b>A</b>	Brasil
Educação	<b>B</b>	Brasil
Indústria (Automotivo)	<b>C</b>	Brasil
Educação	<b>D</b>	Portugal
Indústria (Embalagens)	<b>E</b>	Brasil
Educação	<b>F</b>	Portugal
Indústria (Papel e Celulose)	<b>G</b>	Brasil
Indústria (Papel e Celulose)	<b>H</b>	Brasil
Educação	<b>I</b>	Brasil
Educação	<b>J</b>	Brasil
Indústria (Papel e Celulose)	<b>K</b>	Brasil
Educação	<b>L</b>	Brasil
Educação	<b>M</b>	Portugal
Educação	<b>N</b>	Canadá
Educação	<b>O</b>	Brasil
Indústria (Desenvolvimento de Sistemas)	<b>P</b>	Brasil
Educação	<b>Q</b>	Brasil
Educação	<b>R</b>	Brasil

**Fonte: Autor (2021).**

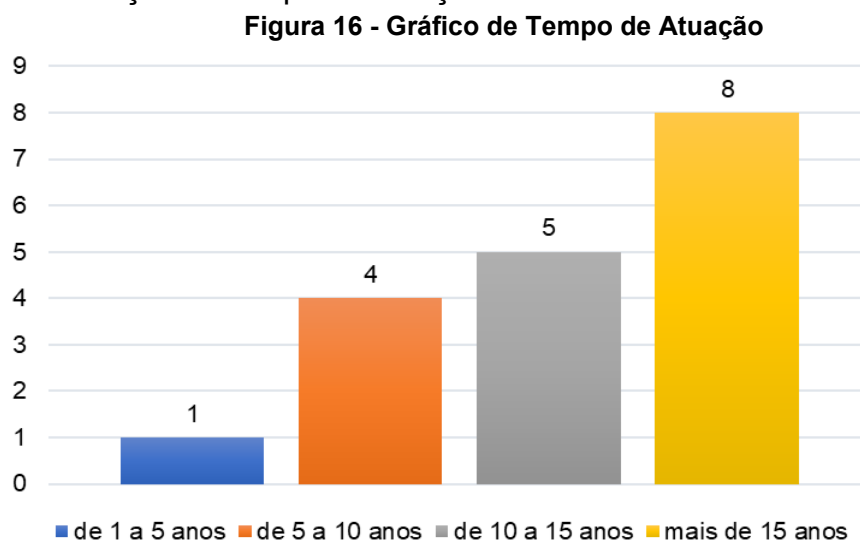
Além das características descritas no Quadro 9, outras foram organizadas em gráficos. A primeira é relacionada a maior titulação acadêmica. A Figura 15 apresenta um gráfico em números percentuais da quantidade de respondente em cada tipo de titulação. O menor grau consultado foi de técnico, dos quais nenhum especialista apontou como sendo sua maior titulação.



**Fonte: Autor (2021).**

A maior parte dos especialistas são Doutores na sua área de conhecimento. Esse percentual representa a todos os especialistas da academia que responderam ao questionário. Os especialistas da indústria se subdividiram nas titulações menores, sendo elas Mestrado, Especialista e Graduado, sendo que o maior percentual entre eles é de Mestres.

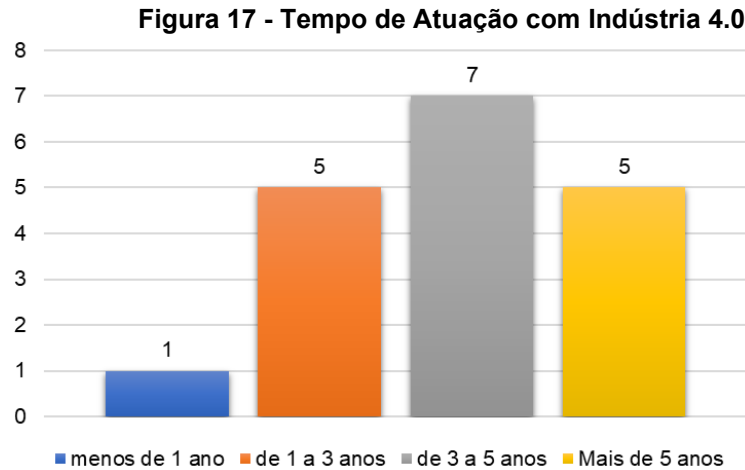
Quanto ao tempo de atuação, foi perguntado em relação a sua atuação e ao tempo em que atua especificamente com Indústria 4.0. Em relação ao tempo de atuação, os especialistas poderiam escolher as opções de menos de 1 ano (nenhum respondente) até mais de 15 anos. A Figura 16 apresenta o gráfico com o quantitativo de resposta em relação ao tempo de atuação.



**Fonte: Autor (2021).**

A maioria dos respondentes (8 especialistas) já atuam no mercado a mais de 15 anos em suas respectivas vertentes de atuação (Academia ou Indústria). Em

seguida, os especialistas que atuam de 10 a 15 anos em suas vertentes. Apesar disso, necessita-se conhecer a quanto tempo eles atuam especificamente com Indústria 4.0 como apresentando no gráfico da Figura 17.

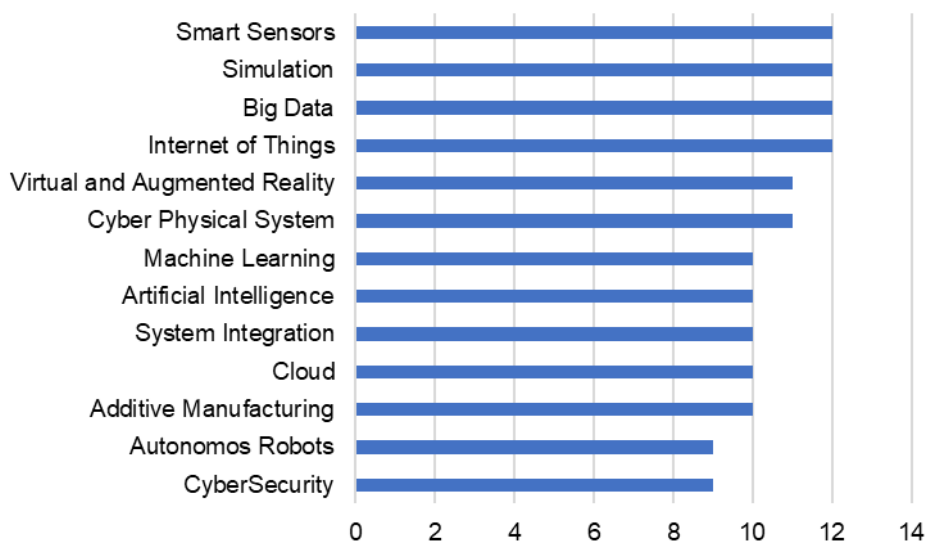


**Fonte: Autor (2021).**

A maioria dos especialistas atuam com Indústria 4.0 entre 3 a 5 anos. A Indústria 4.0 começou a ser discutida a partir de 2011, e desde esse ano sua essência foi disseminada para todos os países em forma de projetos, artigos científicos, relatórios de pesquisa e iniciativas governamentais.

Como mencionado, os especialistas foram consultados de acordo com conhecimento relacionado as tecnologias impulsionadoras que atuam, seja na academia ou na indústria. O gráfico apresentado na Figura 18 indica o quantitativo de respostas recebidas de acordo com cada tecnologia impulsionadora consultada.

**Figura 18 - Quantitativo de Respostas por Tecnologias Impulsionadoras**



**Fonte: Autor (2021).**

Dos 18 questionários recebidos, as tecnologias que mais receberam respostas Sensores Inteligentes, Simulação, Big Data e Internet das Coisas (12 respostas). Essas tecnologias foram as mais utilizadas pelos respondentes em relação a aplicação industrial e/ou pesquisa. Dentre o ranking, as tecnologias que receberam menos respostas foram Robôs Autônomos e Segurança Cibernética, com 9 respostas cada. As respostas recebidas foram analisadas conforme descrito no tópico que segue.

### 3.3.4 Etapa 4: Método Estatístico

Para promover a análise estatística, será realizado o cálculo do Índice de Importância Reativa (Passo 7) e Análise de Cluster (Passo 8). Essas análises permitem construir o ranqueamento das Competências Socioemocionais e Técnicas e verificar o comportamento das tecnologias em relação a ou índice de importância das competências.

#### **Passo 7. Cálculo do Índice de Importância Relativa (IRR)**

O modelo de análise de dados escolhido para trabalhar com os questionários coletados parte do Índice de Importância Relativa (IRR) ou *Relative Importance Index* (RII). Esse índice foi utilizado devido a sua flexibilidade. Essa flexibilidade é relacionada a quantidade de respondentes, ela pode transformar a respostas em um índice independentemente da quantidade de respondentes. O IRR classifica atributos de acordo com a importância relativa que eles representam (ROOSHDI et al., 2018), como apresentado pela Equação 1.

$$IRR = \frac{\sum W}{A \times N} \quad (1)$$

Sendo que:

- W = variáveis atribuídas pelos respondentes;
- A = maior escala que pode ser atribuída;
- N = número de respondentes.

De acordo com a Equação 1, as respostas são convertidas em um índice de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 0 a variável é considerada menos importante, e mais próximo a 1 a variável é considerada muito importante. Com o índice determinado, as competências foram analisadas de acordo com a escala apresentada na Figura 19.

Figura 19 - Escala de Importância



Fonte: Autor (2021).

Como verificado no tópico 3.3.3, a pesquisa retornou quantidades diferentes para cada tecnologia, sendo que as tecnologias mais respondidas foram Internet das Coisas, Big Data, Simulação Sensores Inteligentes (12 respostas cada) e as menos respondidas foram Segurança Cibernética e Robôs Autônomos (9 respostas cada). Mesmo com quantidades diferentes de respostas por tecnologia, o cálculo conseguiu representar a opinião dos especialistas sem qualquer tipo de perda ou diferença nos índices encontrados, atendendo ao objetivo desta pesquisa que é mapear as competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0.

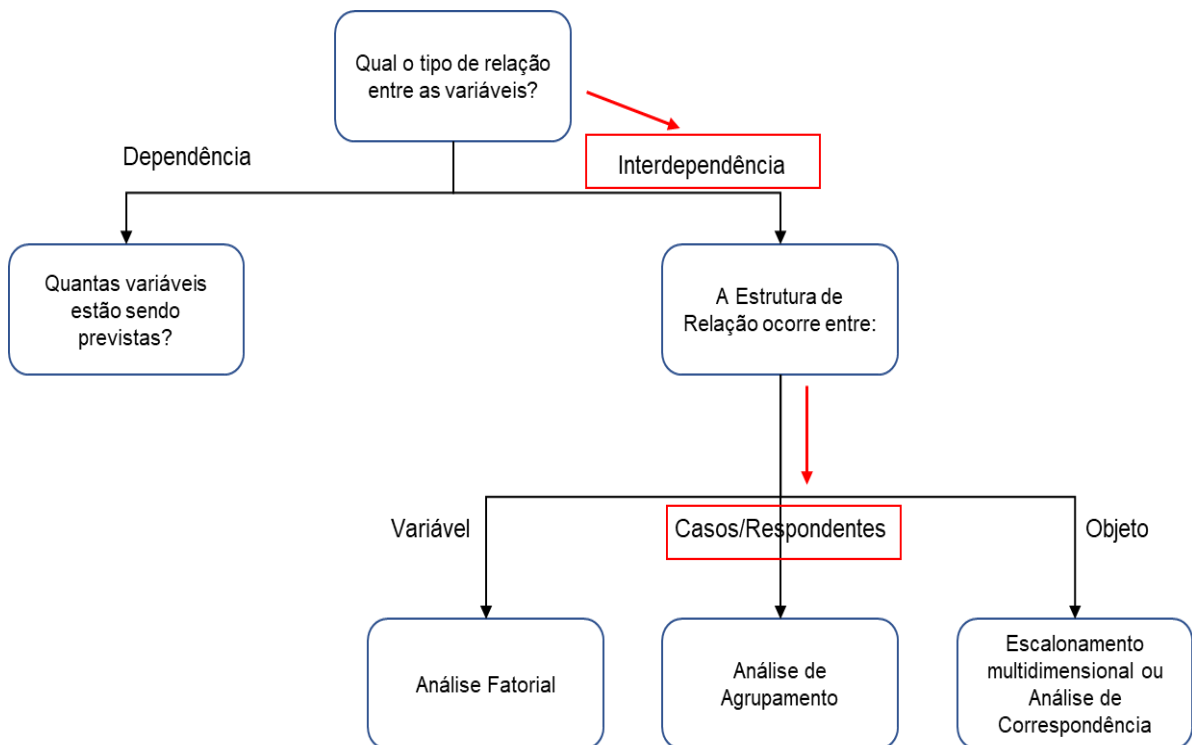
Por meio do cálculo do IRR, consegue-se uma lista priorizada de Competências Socioemocionais e Competências Técnicas por tecnologia impulsionadora consultada por esta pesquisa, sendo eles explanados e detalhados no Capítulo 4. Além disso, esse índice é *input* da análise de cluster, permitindo verificar por meio dos dados quantitativos quais grupos de tecnologia se comportam no mesmo formato.

## Passo 8. Análise de Clusters

Como forma de agrupar as Tecnologias Impulsionadoras que tem características semelhantes de acordo com o índice de importância das competências avaliadas, foi realizado a Análise de Cluster. A Análise de Clusters permite identificar objetos que são semelhantes entre si por meio de dados quantitativo (NORUSIS, 2011). É um tipo de análise multivariada que se utiliza de múltiplas variáveis simultaneamente (HAIR et al., 2010).

A análise de cluster, dentre as técnicas de análise multivariadas, foi escolhido por meio do framework de Hair et al., (2010), permitindo tomar a melhor decisão de acordo com os dados dispostos. O Framework é apresentado na Figura 20 e especificado abaixo a decisão de usar a Análise de Agrupamento (Análise de Cluster).

**Figura 20 - Framework de Análise Multivariada**



**Fonte: Hair et al. (2010).**

Como disposto no *framework*, os dados analisados têm relação de interdependência, ou seja, nenhuma variável é considerada dependente (HAIR et al., 2010) e sim todas são analisadas simultaneamente com o intuito de encontrar uma estrutura para o conjunto de dados analisados. Além disso, por se tratar de uma análise específica, de acordo com os dados pela ferramenta levantada, o método mais adequado é de Análise de Agrupamento ou Análise de Cluster.

A Análise de Cluster engloba técnicas para agrupar um conjunto de variáveis que tem comportamento semelhante. O objetivo desta é verificar essas variáveis que se aglomeram naturalmente (ANDERBERG, 2014). Os critérios matemáticos

utilizados para avaliar a similaridade dos grupos parte-se da distância euclidiana quadrada, sendo uma medida de dissimilaridade, ou seja, inversamente proporcional à similaridade entre o grupo de variáveis analisadas.

Devido a quantidade de dados utilizadas, essa análise foi operacionalizada com auxílio do *Statistical Package for Social Science (SPSS Statistic)* versão 21.0. Com este auxílio, construiu-se o diagrama de aglomeração que permite visualizar os grupos formados por meios dos dados carregados, obtidos pelo cálculo do IRR das respostas dos especialistas. Esse resultado, conhecido como dendrograma, permite visualizar a formação dos grupos específicos até formar um único grupo, neste caso um único grupo de tecnologias que foram analisados.

Além da formação do dendrograma apresentando os grupos, as competências, que foram os fatores de agrupamento das tecnologias, foram validadas estatisticamente. Portanto, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, por se tratar de uma amostra de menos de 30 casos, validando estatisticamente a formação de grupos distintos. Portanto, o valor deve ser maior que 0,05, para assumir que as competências analisadas são de quase igual importância nos grupos analisados ou são distintas entre si, caso o valor seja menor que 0,05.

Devido ao objetivo desta pesquisa, a análise de cluster foi a melhor opção para verificar o comportamento das variáveis e agrupá-las conforme o IRR calculado, sem perder o sentido da pergunta formulada e os objetivos por este trabalho respondidos. Sendo assim, uma análise de correlação não atenderia aos objetivos, pois seu objetivo é relacionar dois termos que denotam algum tipo de associação (GOGTAY e THATTE, 2017), não considerando a palavra importante desta pesquisa, a importância. Sendo assim, a análise de cluster agrupa conforme a importância das variáveis de entrada, portanto sendo a análise mais pertinente aos objetivos.

### 3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Ao longo deste capítulo, apresentou-se a metodologia utilizada para o mapeamento de competências importantes para atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0. Neste foi descrito os passos utilizados desde a etapa de construção da Base Teórica e posteriormente a construção da Base Ferramental. Neste Capítulo foram atingidos os objetivos específicos 4 e 5 e apresentou a estrutura metodológica para atingir os objetivos 2, 3 e 6 e o objetivo geral.



Como Base Teórica (Seção 3.2), o estudo utilizou da Revisão Sistemática de Literatura, por meio da metodologia PRISMA (Seção 3.2.1) com um portfólio de 56 artigos científicos que descreveram ao longo do seu corpo competências importantes para a Indústria 4.0. Esses artigos permitiram caracterizar o estado da arte sobre esse conhecimento, desenvolvido por meio de uma análise bibliométrica (Seção 3.2.2).

Os artigos do portfólio da Revisão Sistemática e mais os relatórios de pesquisa localizados (Seção 3.2.3), foram inputs para a análise de conteúdo, por meio da utilização do NVIVO 10 (Seção 3.2.4). Com a construção de nós e sub-nós, foram elencadas as competências apresentadas pela literatura levantada, como competências importantes para a indústria 4.0. Essas competências foram inputs para construir a Base Ferramental deste estudo.

A Base Ferramental é subdividida na ferramenta de mapeamento de competências (Seção 3.3) e na base estatística utilizada. O mapeamento de competências permitiu relacionar as competências levantadas na literatura com as tecnologias impulsionadoras por este trabalho elencadas, utilizando a opinião de especialistas nestas tecnologias (Seção 3.3.1).

Esse mapeamento, permitiu construir uma lista hierarquizada de Competências Socioemocionais e Competências Técnicas, conforme a análise estatística descrita na Seção 3.3.4, por meio do Índice de Importância Relativa, para cada tecnologia impulsionadora. Além disso, a análise de cluster permitirá verificar o comportamento das tecnologias de acordo com os índices de importância das competências analisadas por meio do SPSS.

A metodologia construída se mostrou bastante efetiva para responder ao questionamento por esse trabalho levantado, principalmente pelo tema Indústria 4.0 e Competência ser incipiente. Os resultados encontrados por essa metodologia descrita serão apresentados pelo Capítulo 4.

## 4. ANÁLISES DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentadas as análises provenientes da aplicação da metodologia descrita Capítulo 3. Primeiramente uma caracterização do Estado da Arte da Literatura entre Indústria 4.0 e Competências. Posteriormente, são apresentadas as competências importantes para Indústria 4.0, resultado da análise de conteúdo, encerrando a Fase 1 da metodologia.

Em seguida, os resultados alcançados por meio da aplicação da ferramenta, apresentando a análises estatísticas do cálculo do Índice de Importância Relativa (IRR) e Análise de Clusters, encerrando a Fase 2 da metodologia. Ao longo do texto os resultados são confrontados com alguns artigos discutidos do Capítulo 1 e 2.

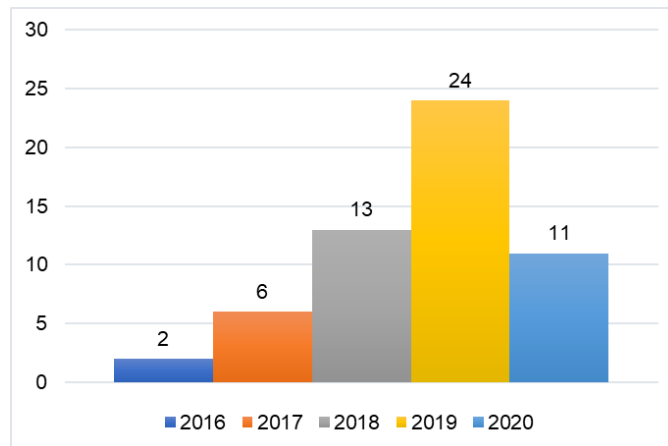
### 4.1 FASE 1 - BASE TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os resultados da **Fase 1** deste estudo. A **Etapa 1** e **Passo 1** são atingidos no Capítulo 3. A partir dos resultados do **Passo 2**, o objetivo específico 2 é atingido e com o **Passo 3** é atingido o objetivo específico 3.

#### 4.1.1 Passo 2 – Análise Bibliométrica

O portfólio final de pesquisa foi composto por 56 artigos. Esses estudos foram analisados por meio de uma análise bibliométrica (**Passo 2**), gerando um panorama de publicações em relação ao assunto abordado. Dentre os parâmetros analisados estão: distribuição de artigos ao longo dos anos, principais *journals*, artigos mais citados, autores que mais publicaram sobre o assunto e palavras-chave utilizadas nos artigos.

O número de publicação por ano foi representado por meio da Figura 21, no qual pode-se notar uma crescente visualização em questão de publicação sobre o tema de Competências e Indústria 4.0. Vale ressaltar que esta análise foi executada sobre o portfólio gerado com base na pesquisa executada em Maio de 2020, sendo que certamente ao presente momento já houveram novas publicações.

**Figura 21 - Evolução de Publicação ao Longo dos Anos**

Fonte: Autor (2020).

As primeiras publicações relacionadas a Indústria 4.0 foram divulgadas em 2013, como apresentado pelo estudo de Muhuri et al. (2019). Posteriormente, começaram as publicações relacionadas as mudanças advindas da Indústria 4.0. Em relação aos estudos que apresentam as competências importantes para a Indústria 4.0, as publicações começaram a partir de 2016. Após isso, houve uma crescente publicação apresentando o pico em 2019, com 24 publicações (representando quase 43%). Em 2020, como a pesquisa foi realizada em Maio de 2020, apenas 11 publicações foram utilizadas, porém devido a tendência de crescimento, certamente houveram mais publicações.

Dentre as primeiras publicações, a de Heckkau et al., (2016) foi a percussora na discussão entre competências e habilidades essenciais para a Indústria 4.0, demonstrando o papel da Gestão de Recursos Humanos na preparação de pessoas para enfrentar os desafios. Sackey e Bester (2016) apresentam uma discussão relacionada aos Engenheiros Industriais no contexto Sul Africano, compreendendo a discussão sobre o currículo e quais competências para esse profissional.

Analisando os *journals* com maior representatividade dentro do portfólio utilizado neste estudo, foram organizados e apresentados no Quadro 10. Dentre as informações, estão: quantidade de estudos publicados, principais palavras-chave, área e SJR 2019. Os 47 *journals* que os 56 estudos analisados foram publicados, sendo que o Quadro somente apresenta os *journals* com mais de 2 publicações.

Quadro 10 - Principais Journals

Journal/Proceeding	Quantidade	Principais Palavras-chave	Área	SJR
<i>Procedia Manufacturing</i>	6	<i>Industry 4.0; Learning Factory; Cyber Physical Production System; Digital Competence; Future Skill Demand.</i>	Ciência da Computação; Engenharia.	0,51
<i>International Journal of Training Research</i>	3	<i>Industry 4.0; Digital Skill; Education and Training; Future Ready Workforce.</i>	Ciências Sociais	0,42
<i>Computers in Industry</i>	2	<i>Data Mining; Industry 4.0; Business; Employment; Human Resource Management; Job Analysis.</i>	Ciência da Computação; Engenharia.	1,00
<i>Higher Education Skills and Work Based Learning</i>	2	<i>Employability; Fourth Industrial Revolution; Skill; European Higher Education.</i>	Ciências Sociais	0,41
<i>South African Journal of Industrial Engineering</i>	2	<i>Industry 4.0; South African. Big Data; Curriculum; Cyber Physical System; Data Driven.</i>	Engenharia	0,24

Fonte: Autor (2020).

As maiores quantidades de publicação ficaram por conta do *Procedia Manufacturing*, com 6 publicações, e *International Journal of Training Research*, com 3 publicações. Outro fator pertinente são as palavras-chave utilizada por essas publicações. Dentre elas, pode perceber a palavras relacionada a Indústria 4.0, tecnologias digitais, e questões relacionada a recursos humanos e competências.

Outra análise pertinente, é relacionado aos artigos mais citados, segundo a Scopus. O Quadro 11 apresenta os 5 Artigos mais citados com informações como título, autores, anos, *journal*, quantidade de citações e palavras-chave utilizada por esses artigos.

Quadro 11 - 5 artigos mais citados

Título	Autores	Ano	Journal	Citado por	Palavras-Chave
<i>Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0</i>	Heckal, F.; Galeitzke, M.; Flach, S.; Kohl, H.	2016	<i>Procedia CIRP</i>	179	<i>Competence Development, Human Resource Management, Industry 4.0, Qualification</i>
<i>Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0</i>	Benesova, A.; Tupa, J.	2017	<i>Procedia Manufacturing</i>	126	<i>Education 4.0; Human Resource Management; Industry 4.0; Qualification; Smart Factory,</i>
<i>Industry 4.0: a Korea Perspective</i>	Sung, T. K.	2018	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	125	<i>Fourth Industrial Revolution; Industry 4.0; Policy Implications</i>

<i>Knowledge Management, decision-making style and organizational performance</i>	Abubakar, A. M.; Elrehail, H.; Alatailat, M. A.; Elçi, A.	2019	<i>Journal of Innovation and Knowledge</i>	71	<i>Intuitive Decision-making; Knowledge Management; Organizational Performance; Rational decision-making.</i>
<i>Industrial Engineering curriculum in industry 4.0 in South African context</i>	Sackey, S. M.; Bester, A.	2016	<i>South African of Industrial Engineering</i>	47	<i>Curriculum, Impact, Industrial Engineering, Industry 4.0, South Africa.</i>

Fonte: Autor (2020).

Principalmente relacionado as palavras-chave, verifica-se a aderência ao estudo pois as palavras estão relacionadas a Indústria 4.0 e Competência. Principalmente o estudo de Hecklau et al. (2016), como já mencionado como percussor da discussão relacionado as competências para a Indústria 4.0, também aparece como artigo mais citado.

Com relação aos principais autores, o portfólio final de 56 artigos foram publicados por 181 autores e coautores diferentes. 175 autores e coautores (96,68% do total) publicaram somente 1 artigo. 7 autores publicaram 2 artigos, dos quais estão organizados no Quadro 12, com informações como: autor, país, afiliação, h-index e palavras-chave utilizadas.

Quadro 12 - Top Autores

<b>Autor</b>	<b>País</b>	<b>Afiliação</b>	<b>H-index</b>	<b>Palavras-chave</b>
<i>Azmi, A. N.</i>	<i>Malasia</i>	Universiti Teknologi Malaysia	3	<i>Employers Demands; Engineering Graduates; Industrial Revolution 4.0; Industrial Training; Non-technical skills.</i>
<i>Nasir, A. N.</i>	<i>Malasia</i>	Universiti Teknologi Malaysia	1	<i>Employers Demands; Engineering Graduates; Industrial Revolution 4.0; Industrial Training; Non-technical skills.</i>
<i>Jerman, A.</i>	<i>Eslovênia</i>	University of Primorska Koper	4	<i>Competencies; Industry 4.0; Job Profile; Smart Factory; Future Competences; Human Resource.</i>
<i>Kamin, Y.</i>	<i>Malasia</i>	Universiti Teknologi Malaysia	7	<i>Employers Demands; Engineering Graduates; Industrial Revolution 4.0; Industrial Training; Non-technical skills.</i>
<i>Kohl, H.</i>	<i>Alemanha</i>	Fraunhofer Institute	8	<i>Future Skill demand; Industrie 4.0; Competence; Human Resource Management; Qualification.</i>
<i>Noordin, M. K.</i>	<i>Malasia</i>	Universiti Teknologi Malaysia	1	<i>Employers Demands; Engineering Graduates; Industrial Revolution 4.0; Industrial Training; Non-technical skills.</i>
<i>Ra, S.</i>	<i>Filipinas</i>	Asian Development Bank Philippines	3	<i>Education and Training; Fourth Industrial Revolution; Workforce Development; Digital Skill; Skill Development.</i>



contexto da Indústria 4.0, necessitou-se identificar tais competências abordadas pela literatura, atendendo a **Etapa 2** e **Passo 3** da metodologia. Essa identificação é *input* para a **Etapa 3**, que é justamente a aplicação da ferramenta de mapeamento de competências.

No total, foram catalogadas 54 competências. Dentre essas competências e de acordo com os conceitos levantados sobre Competências Socioemocionais e Competências Técnicas, foi realizado a subdivisão e organizada em Quadros. O Quadro 13 apresenta as Competências Socioemocionais, além dos autores que citaram tais competências e uma breve contextualização com a Indústria 4.0. Os autores estão identificados conforme a numeração apresentada no Apêndice 2.

Quadro 13 - Competências Socioemocionais

Código	Competências	Referências	Autores	Contexto
CS001	Resolução de Problemas	34	[7] [8] [9] [11] [12] [14] [18] [19] [20] [21] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [31] [33] [34] [36] [37] [40] [41] [43] [44] [46] [53] [54] [55] [59] [60] [62] [63].	Capacidade dos trabalhadores na identificação de erros e resolução de problema de forma eficaz. A grande quantidade de dados permite embasamento para resolução de problemas, exigindo uma capacidade analítica do trabalhador e avaliando os melhores cenários.
CS002	Comunicação	33	[4] [5] [7] [8] [9] [11] [12] [18] [19] [21] [23] [24] [26] [27] [29] [30] [32] [34] [37] [40] [44] [46] [49] [50] [53] [55] [56] [57] [58] [59] [61] [62] [63].	Capacidade de compreender e repassar informações em equipes multidisciplinares. Essa competência é exigida para que as informações sejam disseminadas de forma eficaz as partes interessadas.
CS003	Criatividade	30	[5] [7] [8] [11] [14] [18] [19] [20] [21] [23] [24] [25] [26] [29] [31] [32] [33] [34] [37] [40] [43] [46] [51] [53] [54] [56] [57] [58] [59] [60] [61] [62].	Capacidade de encontrar soluções criativas e inovadoras constantemente devido a agilidade em que os requisitos dos clientes se alteram. A criatividade pode ser aplicada a produto, serviços e novos processos que são requisitados.
CS004	Trabalho em Equipe	30	[3] [5] [7] [8] [11] [18] [19] [21] [24] [25] [27] [29] [30] [31] [32] [33] [35] [37] [38] [39] [40] [41] [46] [47] [50] [53] [55] [61] [62] [63].	Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares no ambiente empresarial ou de forma colaborativa com outras empresas. Competência primordial para que os objetivos da empresa sejam alcançados.
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	26	[9] [11] [12] [18] [19] [20] [21] [24] [25] [27] [29] [30] [33] [34] [40] [41] [46] [50] [53] [54] [55] [58] [59] [61] [62] [63].	Capacidade de busca contínua no processo de aprendizagem e progresso de conhecimento. Os trabalhadores deverão atentar-se as novas tecnologias e atualizar seu conhecimento constantemente. Isso permite a criação de novos produtos, serviços, processos e tecnologias.
CS006	Liderança	25	[5] [7] [8] [11] [13] [21] [24] [25] [27] [30] [33] [34] [37] [38] [39] [40] [44] [46] [48] [53] [54] [56] [58] [60] [61] [63].	Capacidade de inspirar, motivar e canalizar atividades para atingir objetivos organizacionais. Devido a descentralização de responsabilidade, os trabalhadores assumirão decisões complexas e terão maior influência nas equipes, necessitando desta competência.
CS007	Flexibilidade ou Tolerância Ambígua	22	[1] [5] [9] [10] [11] [13] [19] [20] [21] [24] [25] [28] [30] [33] [39] [40] [43] [45] [46] [60] [62] [63].	Capacidade de trabalhar em multifunções, sendo aberto a novas ideias e responder prontamente a mudanças. Devido as mudanças nos postos de



				trabalho, o trabalhador deve atender prontamente as mudanças.
CS008	Pensamento Crítico	19	[8] [11] [14] [18] [23] [27] [33] [34] [40] [41] [43] [49] [53] [58] [59] [60] [61] [62] [63].	Capacidade de usar o raciocínio para identificar qual melhor solução para determinado problema. Essa competência é importante para auxiliar o trabalhador a avaliar as decisões mais eficazes.
CS009	Tomada de Decisão	19	[2] [10] [11] [12] [14] [18] [20] [21] [24] [27] [31] [34] [40] [43] [48] [57] [58] [62] [63].	Capacidade de analisar informações e escolher as melhores soluções. Apesar das tecnologias serem mais autônomas, os trabalhadores deverão tomar decisões com base nos dados gerados.
CS010	Inteligência Emocional	14	[13] [14] [19] [25] [27] [33] [40] [43] [46] [59] [60] [61] [62] [63].	Capacidade de lidar com emoções e sentimentos e sua capacidade de gerenciá-las no ambiente de trabalho. Os trabalhadores devem ser capazes de gerenciar suas emoções em um ambiente altamente inovador e de rápidas mudanças.
CS011	Competência Analítica	12	[9] [21] [24] [25] [27] [31] [33] [37] [40] [41] [46] [60].	Capacidade de estruturar, examinar e analisar grande quantidade de dados gerados. A aplicação de tecnologias digitais as atividades serão basicamente em análise de dados, sendo necessária a competência analítica para analisá-los.
CS012	Adaptabilidade	11	[1] [11] [24] [33] [34] [40] [41] [55] [58] [61] [63].	Capacidade de se adaptar a novos cenários e/ou transformações. A agilidade como os cenários se altera, necessita de competência de adaptabilidade para adaptação aos novos ambientes.
CS013	Compromisso e Cooperação	10	[9] [21] [33] [40] [41] [42] [54] [56] [57] [61].	Capacidade de trabalhar em colaboração e com compromisso com as tarefas desempenhadas. O trabalho globalizado necessita de compromisso com as tarefas desempenhadas e da cooperação com atores ao longo da cadeia de suprimentos, criando um sistema de ganha-ganha.
CS014	Ética ou Integridade	9	[7] [8] [18] [19] [21] [27] [30] [33] [40]	Capacidade de seguir conduta em ambiente de trabalho e zelar pela integridade de pessoas e dados. Essa competência é importante devido necessidade da proteção de dados gerados e a proteção das pessoas que compõe a empresa.
CS015	Interculturalidade	6	[19] [21] [30] [33] [40] [61]	Competência para interagir com pessoas de forma eficaz de diversas origens culturais. A possibilidade de trabalho global permite a interação com diversas culturas, costumes e tradições, sendo necessário

				demonstrar respeito aos hábitos que podem divergir.
CS016	Autonomia ou Iniciativa	6	[9] [11] [39] [60] [61] [63].	Capacidade de buscar soluções por iniciativa própria, sem influência externa. As decisões mais descentralizadas oferecem maior autonomia os trabalhadores na tomada de decisão.
CS017	Pensamento Empreendedor	5	[8] [21] [33] [40] [54]	Capacidade de criar soluções, aproveitando oportunidades anteriormente não vistas pela empresa. Os trabalhadores terão autonomia para criar, portanto o pensamento empreendedor em enxergar soluções será necessária.
CS018	Rede de Contatos (Network)	5	[21] [24] [30] [40] [62]	Capacidade em manter contato com profissionais que auxiliem na utilização de novas tecnologias. Esse networking é importante para manter o relacionamento com os profissionais em cadeia globalizada.
CS019	Transferência de Conhecimento	5	[21] [24] [30] [31] [47]	Capacidade de transferir conhecimento aos demais trabalhadores. As alterações provocadas pelas tecnologias digitais impulsionam a geração de novos conhecimentos, sendo importante que ele seja disseminado.
CS020	Trabalho sob Pressão	5	[7] [13] [21] [30] [53]	Capacidade de trabalhar em ambientes de pressão e com altas cobranças. As inovações da indústria 4.0 possibilitam um maior dinamismo empresarial, criando um ambiente de alta pressão aos trabalhadores.
CS021	Resolução de Conflitos	4	[21] [24] [25] [44]	Capacidade de lidar com problemas e posicionamento frente a conflitos. O dinamismo do ambiente altamente inovador pode gerar conflito, necessitando que os trabalhadores possuam esta competência.
CS022	Negociação	4	[33] [40] [59] [62]	Capacidade de mediar negociações para chegar a um consenso entre as partes interessadas. Trabalho globalizado cria ambientes com pessoas e interesses diferentes, necessitando que os trabalhadores sejam capazes negociar seus interesses.
CS023	Empatia	3	[46] [58] [61]	Capacidade de assumir a perspectiva e a situação do outro e entender suas dores e sentimentos. O

				trabalho em um ambiente com diversas pessoas exige competência de entender situações que possam ferir o outro.
CS024	Pensamento Sustentável	2	[21] [30]	Capacidade de entender, apoiar e participar de iniciativas sustentáveis da empresa. A sustentabilidade é pensada dentro das empresas, exigindo que os trabalhadores apoiem e participem de iniciativas sustentáveis.
CS025	Autoconfiança	1	[61]	Capacidade de confiar em si mesmo mediante os desafios impostos pela empresa. A descentralização de decisões permite que os trabalhadores tenham mais autonomia, exigindo que as pessoas tenham mais confiança para decidir o que for necessário.
CS026	Pensamento Digital	1	[63]	Capacidade de entender e aproveitar os benefícios das tecnologias digitais. A utilização de tais tecnologias exige que os trabalhadores tenham um pensamento digital para aproveitá-las de forma mais eficiente.

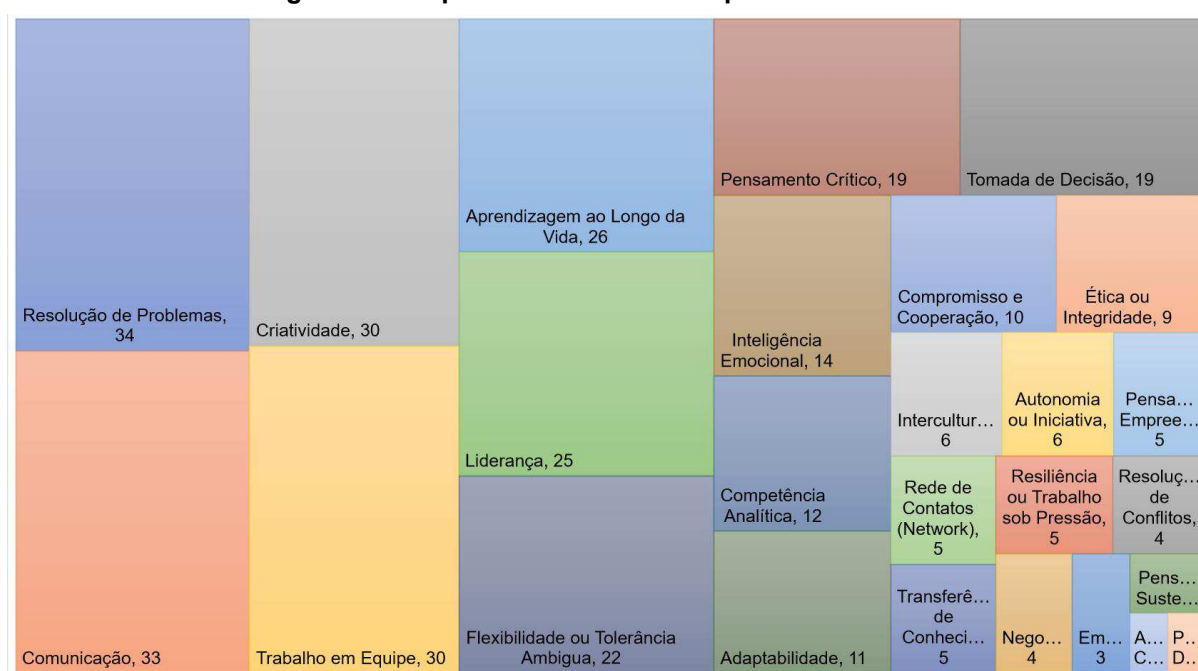
**Fonte: Autor (2021).**

O Quadro 13 apresentou 26 Competências Socioemocionais, sendo que 4 competências foram citadas por 30 ou mais estudos dos 63 artigos e relatórios analisados, sendo elas Resolução de Problemas (34 referências), Comunicação (33 referências), Criatividade (30 referências) e Trabalho em Equipe (30 referências). A quantidade de referências que citam as Competências Socioemocionais demonstra a importância destas para a Indústria 4.0.

Como apontado por Ra et al. (2019), novos empregos estão mais propensos a atividades não rotineiras, requerendo uma gama de Competências Socioemocionais de ordem superior que não podem ser automatizadas. As necessidades a Indústria 4.0 demonstram a importância das Competências Socioemocionais, exigindo que o trabalhador tenha a capacidade de aprender e reaprender continuamente.

A Figura 23 apresenta um Mapa de Árvore construído a partir das Competências Socioemocionais abordadas na literatura. Sua área corresponde a variável quantitativa, ou seja, quantos estudo abordaram aquelas competências como importantes para a Indústria 4.0.

**Figura 23 - Mapa de Árvore das Competências Socioemocionais**



**Fonte: Autor (2021).**

Com relação as Competências Técnicas, das 54 competências levantadas, 28 são Competências Técnicas. O Quadro 14 apresenta essas competências, elaborado nos moldes do Quadro que apresentou as Competências Socioemocionais, com a quantidade de referências, autores conforme apresentados no Apêndice 2 e seu contexto na Indústria 4.0.

Quadro 14 - Competências Técnicas

Código	Competências	Referências	Autores	Contexto
CT001	Programação/Codificação	18	[1] [11] [19] [21] [24] [27] [30] [33] [37] [40] [46] [55] [57] [58] [59] [60] [61] [63].	Capacidade de criar padrões de comando em linguagem de computador, a ser interpretado pelas máquinas. A programação é uma competência base para aplicação das tecnologias digitais, sendo fundamental para os trabalhadores
CT002	CyberSegurança	11	[21] [24] [25] [28] [30] [33] [40] [52] [57] [62] [63].	Compreender e utilizar recursos de segurança para proteção de dados sigilosos. A questão de segurança deve ser pensada devido a grande quantidade de dados que são gerados, levantando a importância da proteção a cyber ataques e vazamento de dados.
CT003	Literacia Digital	11	[3] [8] [9] [15] [33] [46] [55] [58] [59] [62] [63].	Compreende a capacidade mínima de operar com eficiência softwares e realizar tarefas no ambiente digital. A literacia digital ganhou importância pela aplicação das tecnologias digitais, sendo sua utilização frequente no ambiente de trabalho, exigindo literacia de postos que anteriormente eram manuais.
CT004	Análise de Dados	11	[11] [14] [19] [29] [33] [40] [52] [55] [60] [62] [63].	Compreender e analisar grande quantidade de dados que permitam embasar a tomada de decisão. Competência importante devido a grande quantidade de dados gerados sejam fundamentais para decisões.
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	11	[19] [22] [27] [31] [33] [34] [40] [45] [51] [54] [55]	Capacidade para utilizar ferramentas de tecnologia da informação e comunicação no ambiente de trabalho (exemplo: chat, plataformas digitais). O trabalho globalizado aumenta a utilização dessas plataformas e permite a colaboração e o trabalho remoto.
CT006	Competência com Mídias Inteligentes	8	[19] [21] [30] [33] [34] [40] [57] [60].	Compreender e utilizar mídias inteligentes no ambiente de trabalho (exemplo: óculos inteligentes). Algumas tecnologias digitais exigem a utilização de mídias inteligentes para sua utilização no ambiente de trabalho.
CT007	Entendimento sobre Processos Produtivos	8	[11] [21] [24] [28] [30] [31] [33] [57]	Compreender sobre processos produtivos complexos e seu fluxo de informação. A aplicação das tecnologias digitais aos processos de produção torna-os mais eficientes e mais autônomos, sendo necessário sua compreensão por parte dos trabalhadores.

CT008	Proficiência em uma segunda/terceira/quarta língua	7	[9] [11] [15] [19] [21] [24] [30].	Capacidade de comunicação com pessoas em diversas línguas. O trabalho globalizado e com pessoas de diversas localidades, exigem uma proficiência em várias línguas para que a comunicação seja efetiva e as informações sejam repassadas.
CT009	Pesquisa	6	[21] [24] [30] [58] [61] [63]	Capacidade de utilizar fontes confiáveis de aprendizagem, estruturação de informações e sistematização do conhecimento. Como o conhecimento sobre Indústria 4.0 está em constante avanço, é necessária utilizar fontes confiáveis de aprendizagem.
CT010	Simulação	5	[11] [33] [39] [45] [46]	Compreender e utilizar simulações para otimizar processos e verificar propostas de melhoria (ex. simulações discretas, estocásticas e etc.). A simulação auxilia em projetar sistemas em ambiente digital, antes de fazer implementação no ambiente físico.
CT011	Gestão de Projetos	5	[15] [40] [46] [58] [61].	Capacidade de planejar, executar e acompanhar projetos. É necessária capacidade de gerenciar projetos para melhor compreensão em projetos de aplicação de tecnologias digitais.
CT012	Tecnologias sobre Inteligência Artificial	4	[33] [40] [60] [62]	Compreender a aplicação de técnicas de inteligência artificial para otimizar tarefas simples (exemplos: <i>machine learning</i> , <i>fuzzy</i> , <i>deep learning</i> , etc). A utilização de Inteligência Artificial emprega a máquinas tarefas humanas de maneira autônoma.
CT013	Tecnologias sobre Computação em Nuvem	4	[33] [40] [57] [60]	Capacidade para compreender e utilizar ferramentas de computação em nuvem. A utilização da computação em nuvem envolve armazenamento, banco de dados e infraestrutura para armazenamento de dados.
CT014	Competência com Internet das Coisas	4	[11] [33] [46] [62]	Capacidade de trabalhar com Internet das Coisas. Essa tecnologia permite interconectar objetos físicos por meio de sensores ligados a internet, unindo robôs e sistemas de controle de possessos.
CT015	Big Data	4	[11] [40] [60] [62].	Capacidade de trabalhar com grande volume de dados. Essa tecnologia permite a utilização dos dados gerados, considerando suas principais características e produzindo decisões mais assertivas.

CT016	Reparo e Manutenção	4	[11] [57] [58] [63]	Capacidade para a execução de manutenção e reparo para máquinas e equipamentos. A manutenção digital corresponde a utilização de tecnologias digitais para extrair dados em tempo real, possibilitando manutenções mais assertivas.
CT017	Orientação a Serviços	3	[40] [60] [62].	Compreender e atuar de acordo com as necessidades de mercado para encontrar soluções viáveis. Esse ponto é vital para Indústria 4.0, desenvolvendo principalmente softwares e soluções de acordo com as necessidades.
CT018	Conhecimento sobre Software de Impressão 3-D	3	[30] [33] [63].	Capacidade técnica para trabalhar com softwares de impressão 3D. Essa competência permite a criação de peças ou produtos, de acordo com as necessidades, que posteriormente serão plotados em 3D
CT019	Sistema de Realidade Aumentada	2	[33] [45].	Compreende a capacidade de trabalhar com sistemas de realidade aumentada. Isso permite sobrepor imagens e objetos físicos e digitais, fornecendo uma camada de informações gráficas.
CT020	Desenvolvimento de Aplicativo	2	[40] [63].	Compreende a capacidade de desenvolver aplicativos para mobile. Isso permite maior mobilidade aos trabalhadores em carregar informações e utilizar funções específicas para comandar máquinas.
CT021	Desenvolvimento de Software	2	[33] [62]	Capacidade de utilizar ferramentas e técnicas para desenvolvimento de programas e softwares nos problemas da empresa. Esse desenvolvimento é feito utilizando linguagem de programação, escrevendo regras que podem ser compreendidos pelas máquinas.
CT022	Estatística	2	[11] [40]	Capacidade de utilizar ferramentas estatísticas em problemas da empresa. Essa competência envolve a compreensão, interpretação e utilização de dados estatísticos e como eles são traduzidos.
CT023	Arquitetura de Computadores	2	[11] [63]	Capacidade de compreender a estrutura operacional e característica dos computadores. Essa competência é importante para profissionais que necessitam compreender os diversos componentes e como eles devem ser organizados.
CT024	Robôs Autônomos	1	[33]	Capacidade de compreender e utilizar robôs autônomos. Essa tecnologia permite captar dados do ambiente, sem

				interferência humana, permitindo reformular estratégias para o ambiente em que são empregados.
CT025	Administração de base de dados	1	[63]	Capacidade de compreender e utilizar administradores de bases de dados. O principal objetivo é acessar, utilizar e manipular dados armazenados em um local.
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	1	[40]	Capacidade de compreender e utilizar sistemas e sensores embarcados. Isso permite ter um sistema microprocessado e independente desenvolvido para a realização de tarefas específicas.
CT027	<i>Machine Learning</i>	1	[60]	Capacidade de compreender e utilizar <i>machine learning</i> . Capaz de analisar dados e meios estatísticos específicos, utilizando de algoritmos para encontrar padrões e determinar previsões.
CT028	Lógica Matemática	1	[63]	Capacidade de compreender e utilização de logicas matemáticas para resolução de problemas nas empresas. Isso permite a difusão da tecnologia e ciência na concepção de tecnologias e utilização em problemas matemáticos.

**Fonte: Autor (2021).**





(saídas). Devido a isso, algumas tecnologias foram abordadas como competências por autores dos estudos analisados.

## 4.2 FASE 2 – BASE FERRAMENTAL

Nesta seção são apresentadas as análises dos resultados provenientes da **Fase 2** da metodologia. Por meio da ferramenta de mapeamento de competências (**Etapa 3 e Passos 4, 5 e 6**), já descrita no Capítulo 3, os dados foram coletados e submetidos aos métodos estatísticos (**Etapa 4**).

Com os dados coletados, foi possível calcular o Índice de Importância Relativa (IRR – **Passo 7**) entre as competências para cada tecnologia impulsionadora e a Análise de Cluster (**Passo 8**) que permitiu construir grupos de tecnologias, por meios dos dados de IRR das competências, atingindo ao objetivo específico 6.

### 4.2.1 Passo 7 - Índice de Importância Relativa (IRR)

O Índice de Importância Relativa permitiu construir um ranking de Competências Socioemocionais e Competências Técnicas para cada tecnologia impulsionadora que fizeram parte desta pesquisa. Dentre as 56 competências apresentadas (26 Socioemocionais e 28 Técnicas), será apresentado uma lista das 10 competências mais importantes de acordo com o IRR calculado para cada tecnologia impulsionadora. Além disso, a ferramenta permitiu coletar informações qualitativas que permitiram algumas análises baseadas nos resultados encontrados.

#### 4.2.1.1 Internet das Coisas

A Internet das Coisas não conecta apenas máquinas, mas cria uma rede invisível e inteligente que se comunica de forma independente (BONGOMIN et al., 2020). Portanto, para sua utilização uma gama de competências é requisitada. A Tabela 1 apresenta o ranking das 10 Competências Socioemocionais mais importantes para Internet das Coisas.

**Tabela 1 - IRR das Competências Socioemocionais para Internet das Coisas**

Código	Competências Socioemocionais	IRR
CS014	Ética ou Integridade	0,916667

CS026	Pensamento Digital	0,833333
CS001	Resolução de Problemas	0,816667
CS002	Comunicação	0,8
CS009	Tomada de Decisão	0,783333
CS003	Criatividade	0,766667
CS008	Pensamento Crítico	0,766667
CS011	Competência Analítica	0,766667
CS013	Compromisso e Cooperação	0,75
CS004	Trabalho em Equipe	0,733333

**Fonte: Autor (2021).**

A competência mais importante foi a Ética ou Integridade (IRR – 0,916667), muito comentado relacionado a princípios e valores que os profissionais devem ter para lidar com trabalho com dados (PRIFTI et al., 2017; AZMIN et al., 2019) e como comentado por um especialista “a questões de privacidade e segurança de dados principalmente com o IoT aplicado a *smart cities* e *houses* exigem ética das pessoas a lidar com isso”. Em seguida, Pensamento Digital (IRR – 0,833333), apesar de ser uma competência citada apenas uma vez, ela obteve um alto índice de importância devido a necessidade dos trabalhadores em possuir essa competência para trabalhar com Internet das Coisas.

A lista continua com competências como Resolução de Problemas, Comunicação, Tomada de Decisão e Criatividade. Foram competências bastante citadas e que de acordo com Azmin et al. (2018) são competências carentes aos trabalhadores, principalmente aos que acabaram de sair da graduação e importantes para a Indústria 4.0.

A lista finaliza com Pensamento Crítico, Competência Analítica, Compromisso e Cooperação e Trabalho em Equipe, sendo competências requisitadas devido à complexidade das aplicações das tecnologias digitais (WHYSALL, OWTRAM e BRITAIN, 2019), dentre elas a Internet das Coisas. Por isso, uma série de Competências Técnicas são requisitadas, sendo as mais importantes apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - IRR das Competências Técnicas para Internet das Coisas**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT014	Internet das Coisas	0,95
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	0,9
CT013	Computação em Nuvem	0,883333
CT001	Programação/Codificação	0,866667
CT003	Literacia Digital	0,85

CT015	Big Data	0,85
CT002	Cyber Segurança	0,833333
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	0,833333
CT004	Análise de Dados	0,816667
CT025	Administração de base de dados	0,816667

**Fonte: Autor (2021).**

A Competência Técnica mais importante é evidentemente Internet das Coisas (IRR – 0,95), apesar de ser tecnologia, é necessário que o trabalhador tenha essa competência para que sua utilização seja efetiva. A lista continua com Sistemas e Sensores Embarcados e Computação em Nuvem, tecnologias que geralmente trabalham em conjunto para um sistema 4.0, como comentado por um especialista “IoT tem ligação direta com computação em nuvem para armazenar dados gerados e não tem como desassociar com sensores embarcados”. Além disso, outras tecnologias aparecem na lista como Big Data e Cyber Segurança, devido a arquitetura de IoT funcionar como sensores de aquisição de dados, plataformas de transmissão de dados e o aplicativo onde o ambiente pode ser criado (BONGOMIN et al., 2020) e o desenvolvimento de IoT necessita de proteção contra ataques cibernéticos.

Programação/Codificação, Literacia Digital, Tecnologia da Informação e Comunicação, Análise de Dados e Administração de base de dados fecha a lista ranqueada das Competências Técnicas para Internet das Coisas. Como apresentado por Jerman, Pejic Bach e Aleksy (2020) essas competências são necessárias para compreender o papel da digitalização e a mudança para fábricas inteligentes.

#### 4.2.1.2 Sistema Ciber Físico

O Sistema Ciber Físico proporciona a união do físico e digital por meio de redes interligadas, sensores, atuadores e unidades de processamento de dados (KAGERMANN, WAHLSTER e HELBIG, 2013). Para a sua utilização no trabalho, a Tabela 3 apresenta o ranking das 10 Competências Socioemocionais mais importantes para o Sistema Ciber Físico.

**Tabela 3 - IRR das Competências Socioemocionais para Sistema Ciber Físico**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS014	Ética ou Integridade	0,854545
CS002	Comunicação	0,836364
CS026	Pensamento Digital	0,836364
CS004	Trabalho em Equipe	0,818182

CS008	Pensamento Crítico	0,818182
CS012	Adaptabilidade	0,818182
CS001	Resolução de Problemas	0,8
CS003	Criatividade	0,8
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,781818
CS009	Tomada de Decisão	0,763636

**Fonte: Autor (2021).**

Novamente Ética ou Integridade aparece como competência mais importante, seguidos por Comunicação, Pensamento Digital, Trabalho em Equipe e Pensamento Crítico. Essas competências auxiliam no pensamento de integração proporcionado pelo CPS, auxiliando aos profissionais a trabalhar com essa tecnologia.

Adaptabilidade, Resolução de Problemas, Criatividade, Aprendizagem ao Longo da Vida finalizam a lista de Competências Socioemocionais para o CPS. Principalmente levando em consideração que esses ambientes são altamente configuráveis e se adaptam as necessidades do momento. Além das Competências Socioemocionais, uma série de Competências Técnicas são requisitadas conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4 - IRR das Competências Técnicas para Sistema Ciber Físico**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT014	Internet das Coisas	0,909091
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	0,890909
CT027	Machine Learning	0,872727
CT001	Programação/Codificação	0,854545
CT003	Literacia Digital	0,854545
CT004	Análise de Dados	0,854545
CT012	Inteligência Artificial	0,854545
CT013	Computação em Nuvem	0,854545
CT015	Big Data	0,854545
CT002	Cyber Segurança	0,818182

**Fonte: Autor (2021).**

Competência com Internet das Coisas é a mais importante para o CPS. Além disso, sistemas e sensores embarcados são usados frequentemente de forma intercambiável com CPS, sendo geralmente programados de acordo com linguagem de Programação/Codificação para criar um software seguro e confiável (JERMAN, PEJIC BACH e ALEKSI, 2020).

A lista ainda possui tecnologias como *Machine Learning*, Inteligência Artificial, Computação em Nuvem, Big Data e Cyber Segurança reforçando a ideia a utilização em conjunto das tecnologias, principalmente ligado ao CPS, requerendo um ambiente

de total integração (GALATI e BIBLIARDI, 2019). A lista ainda possui Literacia Digital e Análise de Dados, como competências importantes para o CPS.

#### 4.2.1.3 Big Data

Big Data responde a questões relacionado a coleta de dados, lidando com velocidade, veracidade, variabilidade e variedade destes dados (FARERI et al., 2020). Devido a sua complexidade e trabalho com outras tecnologias impulsionadoras, uma gama de competências é requisitada sendo as principais Socioemocionais apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5 - IRR das Competências Socioemocionais para Big Data**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS011	Competência Analítica	0,916667
CS014	Ética ou Integridade	0,9
CS026	Pensamento Digital	0,866667
CS001	Resolução de Problemas	0,85
CS004	Trabalho em Equipe	0,85
CS002	Comunicação	0,833333
CS008	Pensamento Crítico	0,833333
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,8
CS013	Compromisso e Cooperação	0,8
CS003	Criatividade	0,783333

**Fonte: Autor (2021).**

Competência Analítica (IRR – 0,916667) foi a competência com maior índice de importância, sendo totalmente compreensivo com o trabalho com Big Data, relacionado a grande quantidade de dados. A lista continua com Ética ou Integridade, Pensamento Digital, Resolução de Problemas e Trabalho em Equipe.

A lista continua com Comunicação, que segundo um especialista “é necessário para o comunicar os resultados obtidos das análises de dados”. Pensamento crítico, Aprendizagem ao Longo da Vida, Compromisso e Cooperação e Criatividade finalizam a lista. Sobre o último, Mohelska e Sokolova (2018) afirma que a cultura organizacional deve estimular criatividade para analisar os dados e tomar decisões. Além disso, para a utilização de Big Data requer uma série de Competências Técnicas que são apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6 - IRR das Competências Técnicas para Big Data**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT015	Big Data	0,95

CT004	Análise de Dados	0,933333
CT013	Computação em Nuvem	0,933333
CT025	Administração de base de dados	0,933333
CT027	<i>Machine Learning</i>	0,9
CT001	Programação/Codificação	0,883333
CT003	Literacia Digital	0,866667
CT012	Inteligência Artificial	0,866667
CT002	Cyber Segurança	0,85
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	0,85

**Fonte: Autor (2021).**

A Competência Técnica mais importante para esta tecnologia é Big Data, justamente a tecnologia abordada por esta seção. Além disso, tecnologias como Computação em Nuvem, *Machine Learning*, Inteligência Artificial e Cyber Segurança são competências que trabalham em conjunto com o Big Data.

Análise de Dados aparece como segunda competência mais importante, ligado intimamente com o trabalho com Big Data. Administração de Base de Dados, Programação/Codificação, Literacia Digital e Tecnologia da Informação e Comunicação são as competências que fecham a lista, sendo essencial para o trabalho com Big Data.

#### 4.2.1.4 Realidade Virtual e Aumentada

Realidade Virtual e Aumentada são tecnologias que trabalham em conjunto criando o mundo físico no ambiente digital (HEE LEE e SHVETSOVA, 2019). Dentre as competências requisitadas para sua utilização, a Tabela 7 apresenta a lista ranqueada das Competências Socioemocionais importantes, conforme a opinião dos especialistas consultados.

**Tabela 7 - IRR das Competências Socioemocionais para Realidade Virtual e Aumentada**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS026	Pensamento Digital	0,909091
CS001	Resolução de Problemas	0,836364
CS014	Ética ou Integridade	0,836364
CS003	Criatividade	0,818182
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,818182
CS002	Comunicação	0,8
CS004	Trabalho em Equipe	0,8
CS008	Pensamento Crítico	0,8

CS012	Adaptabilidade	0,8
CS011	Competência Analítica	0,781818

**Fonte: Autor (2021).**

Pensamento Digital aparece como a principal Competência Socioemocional, principalmente no sentido do aproveitar os benefícios desta tecnologia, principalmente em oferecer um ambiente seguro por meio da tecnologia (BONGOMIN et al., 2020). A lista continua com Resolução de Problemas (resolver problemas por meio da sobreposição do mundo físico e digital), Ética ou Integridade (integridade com os dados gerados), Criatividade (resolver problemas de forma criativa) e Aprendizagem ao Longo da Vida (sempre aprender e reaprender novas aplicações para esta tecnologia).

Comunicação, Trabalho em Equipe, Pensamento Crítico e Adaptabilidade fazem parte da lista. Por fim, Competência Analítica é necessária para examinar dados e estruturar processos complexo (HECKLAU et al., 2016), sendo assim, ao utilizar essa competência o trabalhador consegue criar o processo a ser analisado, com o auxílio da Realidade Virtual e Aumentada, para ser analisado. Além das Socioemocionais, as Competências Técnicas são essenciais, sendo as mais importantes apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8 - IRR das Competências Técnicas para Realidade Virtual e Aumentada**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT019	Sistema de Realidade Aumentada	0,854545
CT001	Programação/Codificação	0,836364
CT003	Literacia Digital	0,818182
CT006	Competência com Mídias Inteligentes	0,8
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	0,763636
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	0,763636
CT009	Pesquisa	0,745455
CT010	Simulação	0,745455
CT021	Desenvolvimento de Software	0,745455
CT028	Lógica Matemática	0,745455

**Fonte: Autor (2021).**

Como competência técnica mais importante aparece Sistema de Realidade Aumentada, a tecnologia abordada por esta seção. Vale destacar outra competência que é as Mídias Inteligentes, como exemplo os óculos inteligentes. Para operacionalizar esta tecnologia, algumas mídias inteligentes são necessárias, fazendo sentido o porquê essa competência aparece na lista, além do desenvolvimento de softwares que por elas são operacionalizadas.



Sistemas e Sensores Embarcados e Simulação são competências ligadas as tecnologias digitais que têm vínculo com Realidade Virtual e Aumentada. Programação/Codificação, Literacia Digital, Tecnologia da Informação e Comunicação, Pesquisa e Logica Matemática são competências que fecham a lista para Realidade Virtual e Aumentada.

#### 4.2.1.5 Simulação

Simulação é um método de análise de sistemas complexos, melhorando componentes de sistemas de manufatura e entender como processo se comporta com mudanças (BONGOMIN et al., 2020). Para sua utilização, as Competências Socioemocionais importantes de acordo com a opinião dos especialistas coletados estão dispostas na Tabela 9.

**Tabela 9 - IRR das Competências Socioemocionais para Simulação**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS001	Resolução de Problemas	0,95
CS012	Adaptabilidade	0,866667
CS014	Ética ou Integridade	0,866667
CS008	Pensamento Crítico	0,85
CS011	Competência Analítica	0,85
CS026	Pensamento Digital	0,85
CS002	Comunicação	0,833333
CS003	Criatividade	0,833333
CS004	Trabalho em Equipe	0,833333
CS009	Tomada de Decisão	0,833333

**Fonte: Autor (2021).**

A simulação principalmente permite criar ambientes que possam ser remodelados e testados anteriormente a uma aplicação no mundo físico, portanto competências como Resolução de Problemas, Adaptabilidade, Competência Analítica e Tomada de Decisão são algumas das Competências Socioemocionais requisitadas.

Além disso, a Ética e Integridade, devido ao trabalhado com dados empresariais e Pensamento Digital, como forma de entender a utilização das tecnologias digitais para benefício empresarial. A lista ainda possui competências como Pensamento Crítico, Comunicação, Criatividade e Trabalho em Equipe sendo importantes para Simulação. Além disso, as Competências Técnicas, que também são importantes para utilização desta tecnologia são apresentadas na Tabela 10.

**Tabela 10 - IRR das Competências Técnicas para Simulação**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT010	Simulação	0,983333
CT001	Programação/Codificação	0,9
CT007	Entendimento sobre Processos Produtivos	0,9
CT003	Literacia Digital	0,85
CT004	Análise de Dados	0,85
CT022	Estatística	0,85
CT028	Lógica Matemática	0,816667
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	0,8
CT009	Pesquisa	0,783333
CT011	Gestão de Projetos	0,783333

**Fonte: Autor (2021).**

Nesta lista, a competência mais importante é Simulação, conforme a tecnologia analisada. Para realizar a simulação, é necessário entender sobre o Processo Produtivo, analisar os dados por eles gerados, saber programar/codificar os ambientes produtivos e ter literacia digital é de suma importância para utilização desta tecnologia.

A lista ainda possui competências como Estatística, Lógica Matemática, Tecnologia da Informação e Comunicação, Pesquisa e Gestão de Projetos. O princípio é de utilizar esta tecnologia anteriormente a uma aplicação prática, imprescindível para tomada de decisão.

#### 4.2.1.6 Manufatura Aditiva

A Manufatura Aditiva, também conhecido como impressão 3D, é uma tecnologia que constrói objetos físicos com base em arquivos em CAD (BONGOMIN et al., 2020). Apesar de parecer algo totalmente técnico, uma serie de Competências Socioemocionais como dispostos na Tabela 11.

**Tabela 11 - IRR das Competências Socioemocionais para Manufatura Aditiva**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS001	Resolução de Problemas	0,88
CS026	Pensamento Digital	0,86
CS003	Criatividade	0,84
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,8
CS008	Pensamento Crítico	0,8
CS011	Competência Analítica	0,8
CS002	Comunicação	0,78

CS009	Tomada de Decisão	0,78
CS014	Ética ou Integridade	0,78
CS012	Adaptabilidade	0,76

**Fonte: Autor (2021).**

Resolução de Problemas aparece como competência mais importante, de acordo com o índice calculado, principalmente pelo poder da tecnologia em alcançar patamares de padronização e precisão (SESI, 2020). Pensamento Digital, Criatividade, Aprendizagem ao Longo da Vida e Pensamento Crítico são as competências que vem logo após.

Competência Analítica (analisar dados e fluxo de processo), Comunicação (capacidade de se comunicar efetivamente) e Tomada de Decisão (analisar problemas e tomar melhores decisões) são competências que apareceram como importantes. A lista fecha apresentando Ética ou Integridade e Adaptabilidade. Este último principalmente em entender em quais processos/produtos essa tecnologia pode auxiliar. Além das Socioemocionais, o lado técnico é analisado conforme a Tabela 12.

**Tabela 12 - IRR das Competências Técnicas para Manufatura Aditiva**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT001	Programação/Codificação	0,8
CT003	Literacia Digital	0,8
CT005	Entendimento sobre Processos Produtivos	0,8
CT010	Simulação	0,78
CT018	Software de Impressão 3-D	0,76
CT009	Pesquisa	0,74
CT011	Gestão de Projetos	0,74
CT028	Lógica Matemática	0,74
CT008	Proficiência em uma segunda/terceira/quarta língua	0,72
CT004	Análise de Dados	0,7

**Fonte: Autor (2021).**

Programação/Codificação apareceu como competência técnica mais importante para atuação do trabalhador com a Manufatura Aditiva. A lista ainda traz Literacia Digital, Entendimento sobre Processo Produtivo e Pesquisa. Para sua utilização, também é necessário entender sobre Software específicos para impressão 3D. Além disso, técnicas de Simulação podem ser aplicado a entender a necessidade de novas peças e a questão de adaptação para esse novo tipo de impressão.

Gestão de Projetos, Lógica Matemática, Proficiência em Línguas e Análise de dados fecham a lista de Competências Técnicas. Essas competências são fatores chaves para utilização da Manufatura Aditiva na indústria.

#### 4.2.1.7 Segurança Cibernética

A Segurança Cibernética refere-se à proteção de dispositivos, redes e o fluxo de dados da organização (SESI, 2020). A sua utilização requer uma gama de Competências Socioemocionais, sendo elas apresentadas na Tabela 13, de acordo com os especialistas consultados.

**Tabela 13 - IRR das Competências Socioemocionais para Segurança Cibernética**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS001	Resolução de Problemas	0,911111
CS014	Ética ou Integridade	0,888889
CS002	Comunicação	0,866667
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,866667
CS026	Pensamento Digital	0,844444
CS003	Criatividade	0,822222
CS004	Trabalho em Equipe	0,822222
CS008	Pensamento Crítico	0,822222
CS011	Competência Analítica	0,8
CS012	Adaptabilidade	0,8

**Fonte: Autor (2021).**

Resolução de Problemas, Comunicação, Aprendizagem ao Longo da vida e Pensamento Digital são algumas das competências que aparecem. Uma que é importante destacar é a Ética e Integridade, sendo que a tecnologia auxilia na proteção, os profissionais também dever de ética em lidar com isso, principalmente devido aos trabalhadores também saberem quais as fragilidades da segurança, portanto profissionais éticos são essenciais.

Criatividade, principalmente em procurar possíveis “brechas” na segurança é importante e também sua capacidade de ser analítico para fechar essas “brechas”. Trabalho em Equipe, Pensamento Crítico e Adaptabilidade são as competências que fecham essa lista. A importância da Segurança Cibernética também requer uma variedade de Competências Técnicas, sendo elas apresentadas na Tabela 14.

**Tabela 14 - IRR das Competências Técnicas para Segurança Cibernética**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT002	Cyber Segurança	0,977778
CT001	Programação/Codificação	0,888889
CT014	Internet das Coisas	0,888889
CT004	Análise de Dados	0,866667
CT013	Computação em Nuvem	0,866667

CT003	Literacia Digital	0,844444
CT009	Pesquisa	0,844444
CT015	Big Data	0,822222
CT025	Administração de base de dados	0,822222
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	0,8

**Fonte: Autor (2021).**

Certamente Cyber Segurança é a competência técnica mais importante. Competências relacionado a tecnologias como Internet das Coisas, Computação em Nuvem, e Big Data tem um elo com essa tecnologia no sentido que elas são protegidas pela Segurança Cibernética.

Para sua utilização é importante saber programar/codificar, analisar dados, literacia digital, pesquisa, administrar base de dados e ter capacidade de utilizar tecnologia da informação e comunicação. A proteção de dados e a segurança tanto física quanto digital é de responsabilidade dos profissionais que trabalham com segurança cibernética.

#### 4.2.1.8 Computação em Nuvem

A Computação em Nuvem é um serviço de armazenamento de dados, sendo um sistema controlado por terceiros (LUI e XU, 2017). Para utilização deste sistema de armazenamento, as Competências Socioemocionais importantes são apresentadas na Tabela 15.

**Tabela 15 - IRR das Competências Socioemocionais para Computação em Nuvem**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS014	Ética ou Integridade	0,88
CS026	Pensamento Digital	0,88
CS001	Resolução de Problemas	0,84
CS003	Criatividade	0,84
CS002	Comunicação	0,82
CS009	Tomada de Decisão	0,82
CS011	Competência Analítica	0,82
CS012	Adaptabilidade	0,8
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,78
CS008	Pensamento Crítico	0,78

**Fonte: Autor (2021).**

O armazenamento de dados exige Ética ou Integridade dos profissionais que trabalham com esta tecnologia. Além disso, Pensamento Digital, Resolução de

Problemas, Comunicação e Tomada de Decisão são competências importantes. Criatividade, como abordado por um especialista “é necessária para sua aplicação”.

A lista é finalizada com Competência Analítica, Adaptabilidade, Aprendizagem ao Longo da Vida e Pensamento Crítico. Além das Socioemocionais, um conjunto de Competências Técnicas são importantes, de acordo com a opinião dos especialistas consultados, sendo elas apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16 - IRR das Competências Técnicas para Computação em Nuvem**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT013	Computação em Nuvem	0,98
CT004	Análise de Dados	0,9
CT001	Programação/Codificação	0,88
CT002	Cyber Segurança	0,88
CT003	Literacia Digital	0,88
CT015	Big Data	0,88
CT025	Administração de base de dados	0,88
CT005	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	0,84
CT014	Internet das Coisas	0,8
CT009	Pesquisa	0,78

**Fonte: Autor (2021).**

Evidentemente Computação em Nuvem foi a competência mais importante. Além disso, ser competente em outras tecnologias são apontados, sendo elas: Cyber Segurança, Big Data e Internet das Coisas. Uma tecnologia para armazenar dados necessita de profissionais com competências como análise de dados, programação/codificação, literacia digital e tecnologia da informação e comunicação.

Ao armazenar, é necessário ser competente em administrar essa nade de dados. Além disso, a competência de Pesquisa é de suma importância, sendo apontada por um especialista como “as pessoas precisam ser autodidatas para ir se atualizando”.

#### 4.2.1.9 Robôs Autônomos

A utilização de Robôs autônomos cria um ambiente de interação entre robôs e pessoas, sendo que sua utilização reduz erro de tarefas simples (ROBLEK, MESKO e KRAPEZ, 2016). Apesar de parecer muito técnico, uma série de Competências Socioemocionais são requisitadas, como apresentado na Tabela 17.

**Tabela 17 - IRR das Competências Socioemocionais para Robôs Autônomos**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS014	Ética ou Integridade	0,866667
CS026	Pensamento Digital	0,844444
CS001	Resolução de Problemas	0,822222
CS003	Criatividade	0,8
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,8
CS002	Comunicação	0,777778
CS011	Competência Analítica	0,777778
CS012	Adaptabilidade	0,777778
CS004	Trabalho em Equipe	0,733333
CS008	Pensamento Crítico	0,733333

**Fonte: Autor (2021).**

Ética ou Integridade apareceu como competência mais importante, remetendo principalmente a questão de integração entre pessoas e máquinas deve existir uma conduta a ser respeitada. Pensamento Digital, Resolução de Problemas, Criatividade e Aprendizagem ao longo da Vida fazem parte da primeira metade da lista.

Ao falar de Comunicação, ela também deve ser efetiva entre pessoas e máquinas. Competência Analítica, Adaptabilidade, Trabalho em Equipe e Pensamento Crítico fecham a lista de Competências Socioemocionais. Os índices para a parte técnica são apresentados na Tabela 18.

**Tabela 18 - IRR das Competências Técnicas para Robôs Autônomos**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT001	Programação/Codificação	0,955556
CT024	Robôs Autônomos	0,933333
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	0,911111
CT007	Entendimento sobre Processos Produtivos	0,888889
CT012	Inteligência Artificial	0,866667
CT014	Internet das Coisas	0,822222
CT003	Literacia Digital	0,8
CT015	Big Data	0,8
CT027	Machine Learning	0,8
CT028	Lógica Matemática	0,8

**Fonte: Autor (2021).**

Programação/Codificação lidera o ranking, principalmente para definir interações e movimentações a serem executadas. Além disso, ser competente na própria tecnologia (Robôs Autônomos) e outras competências estão relacionadas como Sistemas e Sensores Embarcados, Inteligência Artificial, Internet das Coisas, Big Data e *Machine Learning*.

Para a implementação dos robôs autônomos, é necessário entender sobre o Processo Produtivo (de como se dá o fluxo de processos) e de Lógica Matemática. Este último pode auxiliar tanto na concepção quanto na utilização e difusão desta tecnologia.

#### 4.2.1.10 Integração de Sistemas

A Integração de Sistemas são soluções que alinham estratégias de integração entre pessoas, processos e organização, permitindo um alinhamento vertical e horizontal (LIU e XU, 2017). Para tal, Competências Socioemocionais são importantes para atuação do trabalhador, sendo elas apresentadas na Tabela 19.

**Tabela 19 - IRR das Competências Socioemocionais para Integração de Sistemas**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS002	Comunicação	0,9
CS004	Trabalho em Equipe	0,88
CS014	Ética ou Integridade	0,86
CS001	Resolução de Problemas	0,84
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,84
CS008	Pensamento Crítico	0,82
CS011	Competência Analítica	0,82
CS012	Adaptabilidade	0,82
CS026	Pensamento Digital	0,82
CS003	Criatividade	0,8

**Fonte: Autor (2021).**

Comunicação como competência mais importante permite que as informações sejam repassadas de forma efetiva. Trabalho em Equipe, Ética ou Integridade, Resolução de Problemas e Aprendizagem ao Longo da Vida compõem a lista de Competências Socioemocionais.

Pensamento Crítico (ter criticidade para identificar melhores soluções), Competência Analítica (estruturar, analisar e examinar grande quantidade de dados), Adaptabilidade (adaptação a novos cenários), Pensamento Digital (aproveitamento das tecnologias digitais) e Criatividade (soluções inovadoras) fecham a lista de Competências Socioemocionais. As Competências Técnicas estão organizadas na Tabela 20 e comentadas abaixo.

**Tabela 20 - IRR das Competências Técnicas para Integração de Sistemas**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT001	Programação/Codificação	0,86



CT002	Cyber Segurança	0,84
CT004	Análise de Dados	0,84
CT021	Desenvolvimento de Software	0,84
CT025	Administração de base de dados	0,84
CT003	Literacia Digital	0,82
CT007	Entendimento sobre Processos Produtivos	0,82
CT028	Lógica Matemática	0,78
CT013	Computação em Nuvem	0,76
CT015	Big Data	0,76

**Fonte: Autor (2021).**

Como Competência Técnica mais importante Programação/Codificação. Além disso, competências relacionadas a tecnologias como Cyber Segurança (proteção), Computação em Nuvem (armazenamento) e Big Data (análise de grande quantidade de dados) auxiliam a integrar os sistemas horizontalmente e verticalmente. Para o trabalho com dados competências como Análise de Dados e Administração de Base de Dados são requisitadas.

Entendimento sobre Processos Produtivos é necessário entender o fluxo de informações no processo para integrar horizontalmente e verticalmente a empresa com a cadeia de suprimentos. Desenvolvimento de Software, Literacia Digital e Lógica Matemática também integram a lista das Competências Técnicas.

#### 4.2.1.11 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial utiliza de arquitetura computacional para realizar atividades rotineiras anteriormente realizado por pessoas (SIVATHANU e PILLAI, 2018). Para a sua utilização no trabalho, a Tabela 21 apresenta o ranking das 10 Competências Socioemocionais mais importantes para a utilização desta tecnologia.

**Tabela 21 - IRR das Competências Socioemocionais para Inteligência Artificial**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS014	Ética ou Integridade	0,88
CS012	Adaptabilidade	0,84
CS001	Resolução de Problemas	0,82
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,82
CS011	Competência Analítica	0,82
CS026	Pensamento Digital	0,82
CS003	Criatividade	0,8
CS004	Trabalho em Equipe	0,8
CS002	Comunicação	0,78

CS008      Pensamento Crítico      0,78

**Fonte: Autor (2021).**

Ética ou Integridade é a competência mais importante, principalmente ligado a toda a discussão relacionada a ética e inteligência artificial, questões de regulamentação para sua utilização. Adaptabilidade, Resolução de Problemas, Aprendizagem ao Longo da Vida e Competência Analítica são competências que os trabalhadores devem possuir para a utilização da tecnologia em questão.

Além disso, a capacidade de pensar digitalmente é necessária para utilização ao máximo desta tecnologia e pensar em todas as atividades rotineiras que possam ser substituídas (NARKENVIS et al., 2019). Ainda para sua utilização, são requisitados que os trabalhadores possuam Criatividade, Trabalho em Equipe, Comunicação e Pensamento Crítico. Além das Socioemocionais, uma série de Competências Técnicas são requisitadas, sendo as mais importantes de acordo com os especialistas consultados as dispostas na Tabela 22.

**Tabela 22 - IRR das Competências Técnicas para Inteligência Artificial**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT012	Inteligência Artificial	0,94
CT004	Análise de Dados	0,92
CT028	Lógica Matemática	0,9
CT001	Programação/Codificação	0,88
CT027	Machine Learning	0,88
CT003	Literacia Digital	0,86
CT007	Entendimento sobre Processos Produtivos	0,86
CT013	Computação em Nuvem	0,86
CT015	Big Data	0,86
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	0,86

**Fonte: Autor (2021).**

Nesta lista, a competência mais importante é Inteligência Artificial, conforme a tecnologia analisada. Além dela, competências relacionadas as tecnologias como Computação em Nuvem, Big Data e Sistemas e Sensores Embarcados estão entre a lista. Vale destacar a presença do *Machine Learning*, sendo ela um campo de aplicação da Inteligência Artificial.

O trabalhador ainda necessita de Análise de Dados, Lógica Matemática, Literacia Digital e Entendimento sobre Processos Produtivos. Com relação a Programação/Codificação, essa competência é necessária pois descreve quais atividades serão realizadas por essa tecnologia.

#### 4.2.1.12 Aprendizagem de Máquina

O Aprendizagem de Máquina é um campo da Inteligência Artificial onde as máquinas são programadas para aprenderem com os dados gerado, aprendendo a tomar decisões confiáveis (LI, HOU e WU, 2017). Para utilização deste sistema, as Competências Socioemocionais importantes são apresentadas na Tabela 23.

**Tabela 23 - IRR das Competências Socioemocionais para Aprendizagem de Máquina**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS014	Ética ou Integridade	0,88
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,86
CS001	Resolução de Problemas	0,84
CS011	Competência Analítica	0,84
CS012	Adaptabilidade	0,84
CS026	Pensamento Digital	0,84
CS002	Comunicação	0,8
CS004	Trabalho em Equipe	0,8
CS008	Pensamento Crítico	0,8
CS009	Tomada de Decisão	0,8

**Fonte: Autor (2021).**

Ética e Integridade abre a lista e tem a mesma ideia na utilizada pela Inteligência Artificial. A aprendizagem não vem somente das máquinas, mas as pessoas também necessitam aprender, requerendo Aprendizagem ao Longo da Vida. Resolução de Problemas, Competência Analítica e Adaptabilidade aparecem na primeira metade do ranking.

Pensamento Digital, Comunicação, Trabalho em Equipe e Pensamento Crítico também integram a lista. Além disso, a Tomada de Decisão aparece como uma competência Socioemocional importante, referindo-se principalmente a umas das finalidades do Aprendizado de Máquina. Dentre as Competências Técnicas, a Tabela 24 apresenta as mais importantes.

**Tabela 24 - IRR das Competências Técnicas para Aprendizagem de Máquina**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT004	Análise de Dados	0,94
CT027	Machine Learning	0,94
CT012	Inteligência Artificial	0,92
CT013	Computação em Nuvem	0,92
CT015	Big Data	0,92
CT028	Lógica Matemática	0,92
CT001	Programação/Codificação	0,9

CT022	Estatística	0,9
CT002	Cyber Segurança	0,88
CT003	Literacia Digital	0,88

**Fonte: Autor (2021).**

A Competência Técnica mais importante é Análise de Dados, com índice idêntico ao da própria tecnologia analisada (*Machine Learning*). Algumas outras competências relacionadas a tecnologia estão na lista como Inteligência Artificial, Computação em Nuvem, Big Data e Cyber Segurança.

Lógica Matemática, Programação/Codificação e Estatística integram a lista. Para finalizar, o trabalhador deve ser competente em Literacia Digital que é a realização de tarefas no ambiente digital, permitindo aproveitamento máximo do emprego da tecnologia.

#### 4.2.1.13 Sensores Inteligentes

Dispositivo que integra o ambiente e é responsável pelo recebimento e de dados são conhecidos como Sensores Inteligentes (FLATT et al., 2016). Para sua utilização pelos trabalhadores, a lista de Competências Socioemocionais é apresentada pela Tabela 25.

**Tabela 25 - IRR das Competências Socioemocionais para Sensores Inteligentes**

<b>Código</b>	<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>IRR</b>
CS005	Aprendizagem ao Longo da Vida	0,866667
CS014	Ética ou Integridade	0,866667
CS001	Resolução de Problemas	0,85
CS026	Pensamento Digital	0,85
CS003	Criatividade	0,833333
CS002	Comunicação	0,816667
CS008	Pensamento Crítico	0,816667
CS011	Competência Analítica	0,816667
CS012	Adaptabilidade	0,816667
CS004	Trabalho em Equipe	0,783333

**Fonte: Autor (2021).**

Aprendizagem ao Longo da vida e Ética ou Integridade são as competências mais importantes, empatados no índice analisado. O ranking ainda conta com Resolução de Problemas, Pensamento Digital e Criatividade. A questão de Comunicação é relacionada a pessoas e máquinas, que deve ser efetiva para a informação ser repassada.

Pensamento Crítico, Competência Analítica, Adaptabilidade e Trabalho em Equipe são as Competências Socioemocionais que finalizam a lista. Relacionado as Competências Técnicas, a Tabela 26 apresenta a lista ranqueada em relação ao Índice de Importância Relativa.

**Tabela 26 - IRR das Competências Técnicas para Sensores Inteligentes**

<b>Código</b>	<b>Competências Técnicas</b>	<b>IRR</b>
CT026	Sistemas e Sensores Embarcados	0,983333
CT014	Internet das Coisas	0,866667
CT001	Programação/Codificação	0,85
CT002	Cyber Segurança	0,816667
CT003	Literacia Digital	0,816667
CT007	Entendimento sobre Processos Produtivos	0,8
CT015	Big Data	0,8
CT028	Lógica Matemática	0,8
CT004	Análise de Dados	0,783333
CT012	Inteligência Artificial	0,783333

**Fonte: Autor (2021).**

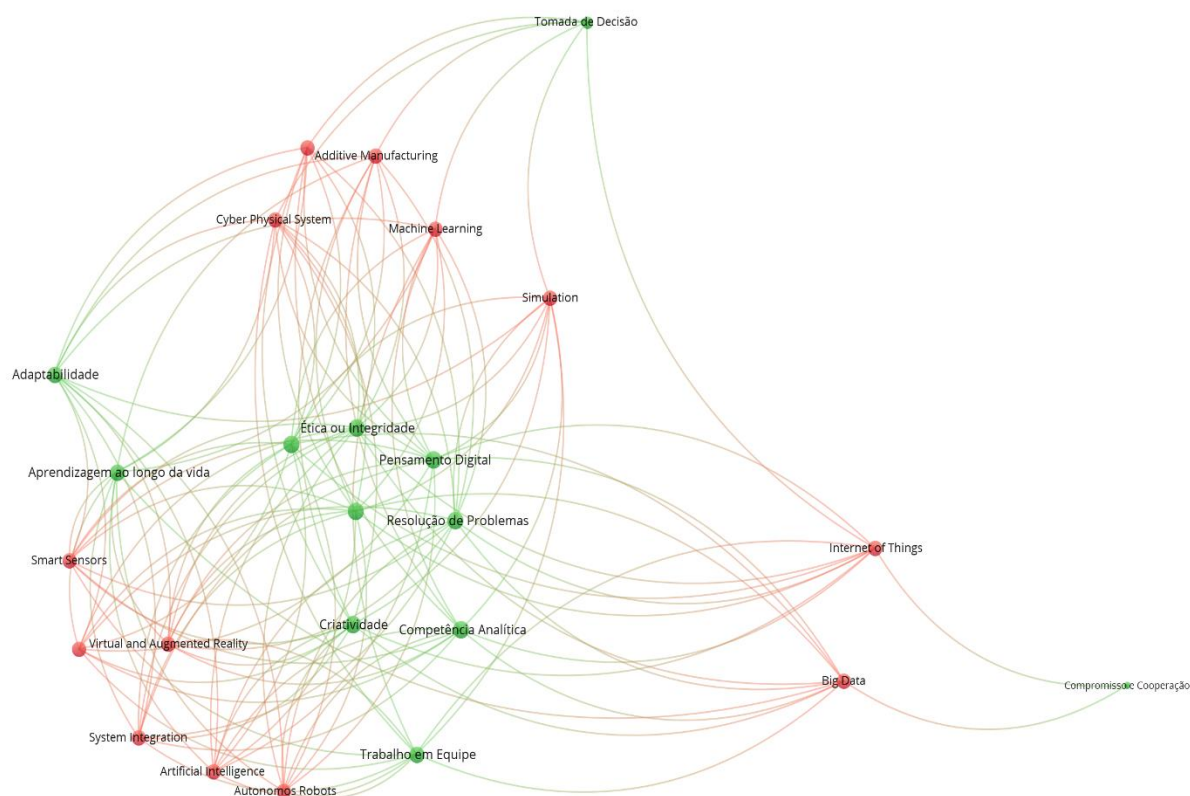
Nesta lista, a competência mais importante é relacionada a Sistemas e Sensores Embarcados. Outras tecnologias estão relacionadas, como Internet das coisas, Cyber Segurança, Big Data e Inteligência Artificial, sendo um elo de ligação e transmissão de dados.

Programação/Codificação, Literacia Digital, Entendimento de Processos e Lógica Matemática integram a lista. Como umas das funções é justamente a transmissão de dados, ser competente em Analisar esses dados também é necessária para os trabalhadores.

#### 4.2.1.14 Considerações Gerais sobre o IRR

Os especialistas foram consultados de acordo com a importância das competências para cada Tecnologia Impulsionadora. A consulta permitiu construir um ranking das 10 Competências Socioemocionais e 10 Competências Técnicas mais importantes para cada Tecnologia Impulsionadora delimitada por este trabalho. Por meio das respostas, foi possível construir uma rede de relação entre as Competências Socioemocionais e as Tecnologias Impulsionadoras apresentada na Figura 25 e construído por meio do software VOSviewer versão 1.6.15.

**Figura 25 - Rede de Relação entre Competências Socioemocionais e Tecnologias**



**Fonte: Autor (2021).**

Percebe-se na figura 25 as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0 na cor vermelha, se relacionando com as competências socioemocionais em verde. Essa análise permite verificar quais Competências Socioemocionais são mais importantes no conjunto de Tecnologias Impulsionadoras. As ligações entre competências e tecnologia é devido a competência estar listada nas tabelas apresentadas. O aglomerado ao meio é formado principalmente pelas competências que tem ligações com todas as tecnologias.

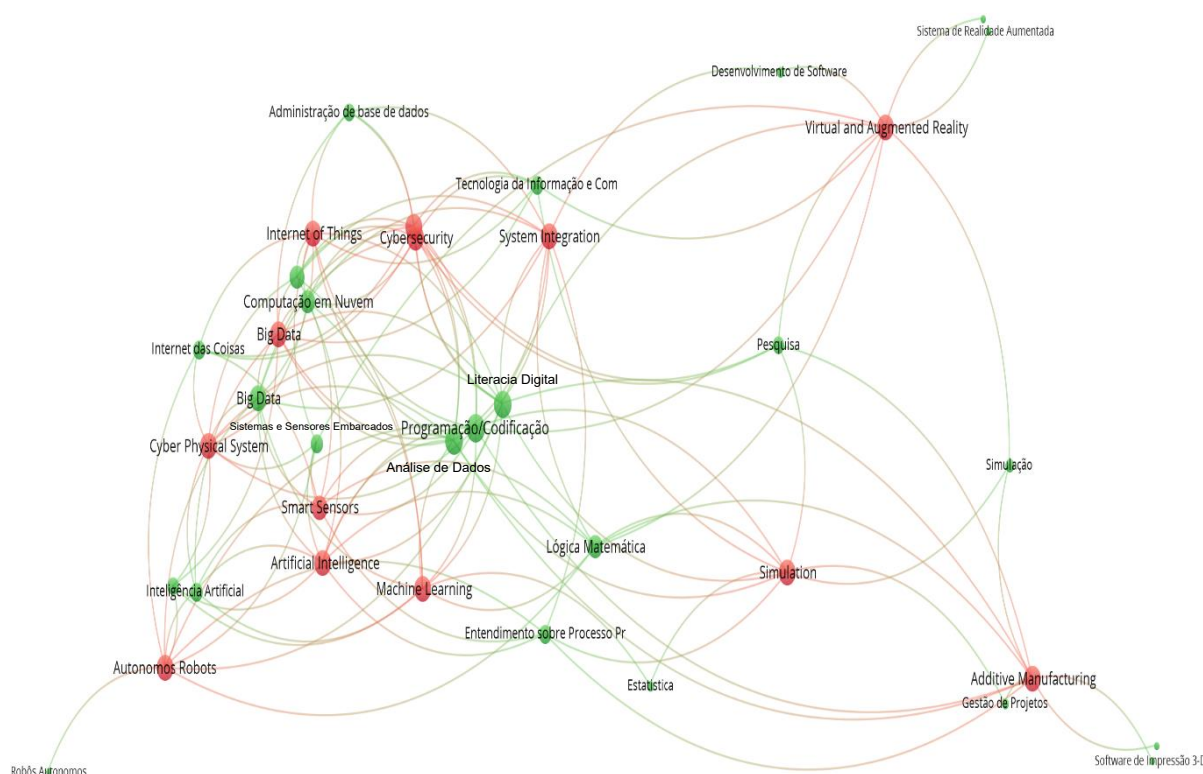
Em relação as Competências Socioemocionais, é possível notar que o conjunto de competências não obtiveram mudanças significativas entre as tecnologias. A prova disso é que 5 Competências Socioemocionais foram comuns no ranking das 13 Tecnologias Impulsionadoras: Ética ou Integridade, Resolução de Problemas, Pensamento Digital, Comunicação e Pensamento Crítico. A lista de competência é complementada por mais 7: Compromisso e Cooperação, Trabalho em Equipe, Criatividade, Competência Analítica, Aprendizagem ao Longo da Vida, Adaptabilidade e Tomada de Decisão.

Pode-se concluir, a partir da Figura 25, que no quesito de Competências Socioemocionais, as tecnologias empregadas não alteram significativamente o

conjunto de competências importantes. Uma opinião de especialista foi de encontro a essa constatação “os aspectos relacionais são comuns e servirão para um amplo conjunto de tarefas”.

Em relação as Competências Técnicas, uma rede foi construída para a relação entre essas competências e as Tecnologias Impulsionadoras. Por meio das respostas, a rede é apresentada na Figura 26, construído por meio do software VOSviewer versão 1.6.15.

**Figura 26 – Rede de Relação entre Competências Técnicas e as Tecnologias**



**Fonte: Autor (2021).**

Percebe-se na Figura 26 as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0 na cor vermelha, se relacionando com as competências técnicas em verde. O aglomerado formado ao meio é composto pelas competências que tem ligação com todas as 13 tecnologias. Dependendo de qual/quais tecnologias são aplicadas, as Competências Técnicas apresentaram maiores variações. Dentre as competências apresentadas, duas são comuns entre as 13: Programação/Codificação e Literacia Digital. Além disso, Análise de Dados aparecem em 11 das 13 tecnologias consultadas.

Isso é evidenciado em competências pontuais, como por exemplo em Software de Impressão 3-D que possui relação somente com *Additive Manufacturing*

e Robôs Autônomos que possui relação somente com *Autonomos Robots*. De certa forma, quase todas as Competências Técnicas apresentadas na ferramenta estão na rede de relações, evidenciando a variedade de competências técnicas de acordo com a tecnologia empregada.

As competências, socioemocionais e técnicas, relacionada as tecnologias em comum, são consideradas indeclináveis para compor o rol das competências importantes para atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0. Como salientado por Russo (2016) são competências comuns e importantes difundidas na maioria das tarefas de trabalho. Conhecer as Competências Fundamentais pode auxiliar em recrutamentos e programas de treinamentos mais assertivos, auxiliando a Gestão de Recursos Humanos em preparar e atualizar a força de trabalho de acordo com as reais necessidades da empresa.

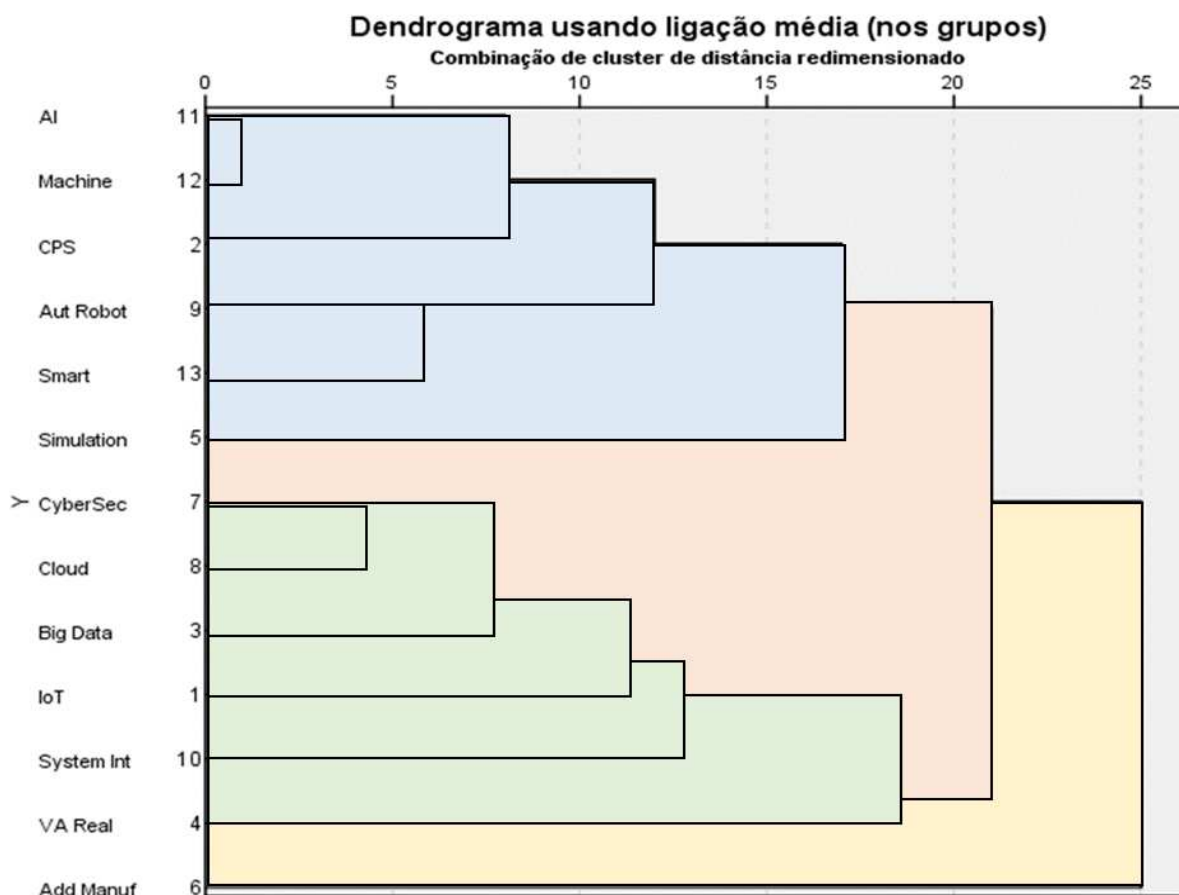
#### 4.2.2 Passo 8 - Análise de Cluster

A metodologia proposta para análise de cluster se baseia nas Tecnologias Impulsionadoras e nos indicadores de Índice de Importância Relativa coletado com os especialistas em relação as Competências Socioemocionais e Competências Técnicas. Esses indicadores são inputs para análise de cluster e verificar seus agrupamentos e comportamento de acordo com o IRR coletado.

Para essa análise, foi utilizado o software SPSS *Statistic* versão 21.0, permitindo verificar o processo de aglomeração de acordo com os dados coletados, bem como a homogeneidade das tecnologias analisadas. O resultado é apresentado por um dendrograma das tecnologias, conforme apresentado na Figura 27.



Figura 27 - Formação dos Clusters



\*Legenda: AI (Artificial Intelligence); Machine (Machine Learning); CPS (Cyber Physical System); Aut Robot (Autonomos Robots); Smart (Smart Sensors); Simulation; CyberSec (Cybersecurity); Cloud; Big Data; IoT (Internet of Things); System Int (System Integration); VA Real (Virtual and Augmented Reality); Add Manuf (Additive Manufacturing).

Fonte: Autor (2021).

Por meio da Figura 28, pode-se visualizar a formação de dois clusters específicos. O primeiro cluster (em azul) é formado pelas tecnologias Inteligência Artificial, Aprendizagem de Máquinas, Sistema Ciber físico, Sensores Inteligentes e Simulação. O Segundo cluster (em verde) é formado pelas tecnologias Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, Big Data, Internet das Coisas, Integração de Sistemas e Realidade Virtual e Aumentada.

Em certo ponto do dendrograma, os cluster 1 e 2 se juntam (área em laranja) e posteriormente se juntam a Tecnologia Manufatura Aditiva (área em amarelo). Essa tecnologia não foi considerada um cluster, pois de acordo com Norusis (2011) um cluster não é formado por apenas uma variável. Como essa tecnologia juntou-se às outras apenas como um cluster único, a análise de significância considerou apenas os clusters 1 e 2 como cluster.

Como forma de comprovar a formação dos grupos, as variáveis foram submetidas ao teste de normalidade, permitindo conferir ou não a linearidade dos dados. Por meio dos resultados, permite verificar o teste estatístico de significância mais adequado. Portanto, a Tabela 27 apresenta as competências, a média em cada cluster, o valor-t, e a significância de 2 analisada por variâncias iguais assumidas.

**Tabela 27 - Resultado do Test-T**

<b>Competências</b>	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>	<b>valor-t</b>	<b>sig (2 extremidades)</b>	
Programação/Codificação	,869	,890	-1,180	0,265	
Cyber Segurança	,851	,803	1,252	0,239	
Literacia Digital	,847	,844	0,191	0,852	
Análise de Dados	,844	,851	-0,144	0,888	
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	,801	,770	1,357	0,205	
Competência com Mídias Inteligentes	,701	,677	0,703	0,498	
Entendimento sobre Processos Produtivos	,744	,848	-3,783	0,004	**
Proficiência em uma segunda/terceira/quarta língua	,709	,755	-2,632	0,025	*
Pesquisa	,750	,776	-0,816	0,434	
Simulação	,726	,838	-3,121	0,011	*
Gestão de Projetos	,695	,680	0,519	0,615	
Inteligência Artificial	,755	,858	-2,583	0,027	*
Computação em Nuvem	,855	,821	0,694	0,504	
Internet das Coisas	,820	,837	-0,402	0,696	
Big Data	,832	,831	0,020	0,984	
Reparo e Manutenção	,607	,686	-2,050	0,068	+
Orientação a Serviços	,661	,697	-1,592	0,142	
Software de Impressão 3-D	,442	,525	-3,739	0,004	**
Sistema de Realidade Aumentada	,594	,656	-1,106	0,295	
Desenvolvimento de Aplicativo	,637	,585	1,467	0,173	
Desenvolvimento de Software	,761	,748	0,377	0,714	
Estatística	,708	,782	-1,530	0,157	
Arquitetura de Computadores	,713	,734	-0,688	0,507	
Robôs Autônomos	,598	,744	-3,266	0,008	**
Administração de base de dados	,834	,804	0,866	0,407	
Sistemas e Sensores Embarcados	,762	,861	-1,916	0,084	+
<i>Machine Learning</i>	,762	,832	-1,534	0,156	
Lógica Matemática	,763	,842	-2,673	0,023	*
Resolução de Problemas	,849	,847	0,078	0,939	
Comunicação	,837	,807	1,519	0,160	
Criatividade	,805	,808	-0,193	0,851	
Trabalho em Equipe	,808	,795	0,486	0,637	
Aprendizagem ao Longo da Vida	,806	,824	-0,760	0,465	
Liderança	,633	,636	-0,161	0,875	
Flexibilidade ou Tolerância Ambígua	,703	,726	-1,073	0,308	

Pensamento Crítico	,804	,800	0,206	0,841	
Tomada de Decisão	,775	,782	-0,376	0,715	
Inteligência Emocional	,671	,695	-1,728	0,115	
Competência Analítica	,818	,805	0,429	0,677	
Adaptabilidade	,787	,827	-2,076	0,065	+
Compromisso e Cooperação	,769	,764	0,298	0,772	
Ética ou Integridade	,880	,869	0,907	0,386	
Interculturalidade	,591	,656	-2,520	0,030	*
Autonomia ou Iniciativa	,609	,636	-0,883	0,411	
Pensamento Empreendedor	,661	,671	-0,550	0,594	
Rede de Contatos (Network)	,596	,620	-1,465	0,174	
Transferência de Conhecimento	,735	,731	0,180	0,860	
Resiliência ou Trabalho sob Pressão	,678	,691	-0,496	0,631	
Resolução de Conflitos	,673	,669	0,137	0,894	
Negociação	,662	,674	-0,368	0,721	
Empatia	,659	,707	-1,821	0,099	+
Pensamento Sustentável	,590	,609	-1,036	0,325	
Autoconfiança	,661	,674	-0,460	0,655	
Pensamento Digital	,859	,840	1,325	0,232	

*Legenda: (+) entre 0,1 e 0,05 são considerados diferença marginalmente significante; (\*) menor que 0,05 tem diferença significativa entre os grupos; (\*\*) menor que 0,01 diferença muito significativa entre os grupos.*

**Fonte: Autor (2021).**

Para verificar a similaridade ou dissimilaridade entre as competências, alguns critérios são levados em consideração. Valores acima de 0,1, as variáveis são similares nos grupos analisados, ou sua diferença não é significativa. Os valores entre 0,1 e 0,05 são considerados marginalmente significativos, valores com diferenças poucos significativas. Os valores menores que 0,05, as variáveis analisadas são consideradas diferentes significativamente, e pelos valores das médias, pode verificar a em qual cluster a competência é mais importante. Os valores menores que 0,01 são muito diferentes significativamente, ou seja, uma diferença muito significativa entre os clusters analisados.

Em sua maioria, a importância das competências é similar entre si, ou seja, seu IRR médio é parecido nos dois clusters analisados. Entre os que apresentaram uma diferença marginalmente significativa, estão as competências Reparo e Manutenção, Sistemas e Sensores Embarcados, Adaptabilidade e Empatia. São competências que apresentaram valores entre a escala marginal. Apesar de não possuir uma diferença significativa, são competências que merecem atenção no conjunto que possa ser aplicado, sendo que pelos valores médios consegue-se

verificar em quais conjuntos de tecnologias elas são mais importantes. Sendo todas as 4 competências analisadas mais importantes no cluster 2.

As competências que possuem uma diferença significativa são Proficiência em uma segunda/terceira/quarta língua, Simulação, Inteligência Artificial, Lógica Matemática e Interculturalidade, sendo todas elas mais importantes no cluster 2, segundo a média do IRR. Vale a pena destacar as Competências Simulação e Inteligência Artificial que se demonstraram mais importante no conjunto dos quais essa tecnologia não faz parte. Porém não quer dizer que ela não seja importante no cluster 1, mas sim que sua importância é maior nas tecnologias analisadas do cluster 2 em relação ao cluster 1. Portanto, apesar de seu índice ser relevante na própria tecnologia, a análise é realizada no grupo todo e não pontualmente.

As competências que possuem uma diferença muito significativa são: Entendimento sobre Processos Produtivos, Software de Impressão 3-D e Robôs Autônomos, sendo que sua importância é maior no cluster 2 em relação ao cluster 1. No quesito Robôs Autônomos, novamente vale a explicação um índice maior no cluster em que a tecnologia não faz parte devido a análise ser realizada no cluster como um todo e não pontualmente. Em relação ao Software de Impressão 3-D, por remeter a tecnologia Manufatura Aditiva, ela não foi considerada na análise já que não formou clusters.

#### 4.2.2.1 Considerações Gerais sobre a Análise de Cluster

Sendo assim, por meio da análise da Figura 27 e da Tabela 27, algumas análises merecem destaque. De acordo com o grupo de competências analisado e seu Índice de Importância Relativa, verificou-se o agrupamento de tecnologias que tem comportamento comum em relação aos dados de entrada (IRR das competências). Conseguem-se verificar trabalhos em conjunto de tecnologias que se agruparam rapidamente como Inteligência Artificial e Aprendizagem de Máquina, sendo essa última derivada da primeira, e Computação em Nuvem e Segurança Cibernética.

Outra situação interessante é o comportamento da tecnologia Manufatura Aditiva, pois ela não se agrupou a nenhum dos dois clusters, sendo que seu agrupamento foi efetivado somente ao final, quando as 13 tecnologias formaram um grande grupo. Posterior a isso, conseguimos perceber o comportamento das

competências uma a uma e se elas têm uma relação de similaridade ou dissimilaridade.

Pela Tabela 27, comprovou-se a formação de grupos pelo teste de normalidade e verificou a similaridade das variáveis por meio do teste de significância. Em sua maioria as competências são similares entre si nos grupos analisados, ou seja, as médias de importância dos clusters não são diferentes significativamente.

Algumas competências, como Inteligência Artificial, Empatia e Lógica Matemática obtiveram alguma diferença significativa entre os grupos analisados. Ainda pela tabela é perceptível em qual cluster de tecnologia as competências que obtiveram diferença significativa têm mais importância.

Essas contratações podem direcionar necessidades de aprendizagem e treinamento para a força de trabalho, principalmente para empresas que de alguma forma aplica um conjunto de tecnologias, como por este trabalho analisado. Além disso, esse conhecimento pode direcionar futuras contratações de mão de obra, direcionando as necessidades de competências da empresa de acordo com suas aplicações tecnológicas.

Com isso, as análises destacadas por meio dos resultados da Fase Teórica e Ferramenta advindas da metodologia por este trabalho aplicada, permitindo direcionar indústrias que desejam adentrar ou avançar no contexto da Indústria 4.0, seja a partir de níveis da sua prontidão ou maturidade, com auxílio estratégico da área de Recursos Humanos. Percebeu-se que ao longo da pesquisa que os Recursos Humanos, sendo uma área estratégica, pode auxiliar a alavancar a Indústria 4.0 por meio da aplicação das Tecnologias Impulsionadoras, tendo como ferramenta essencial o estímulo ao desenvolvimento das competências dos trabalhadores 4.0 em seus diversos níveis organizacionais e formação de mão-de-obra para compor o contexto 4.0.

Essa composição de competências pode direcionar a seleção, treinamento para uma tarefa ou área que demande a tecnologia 4.0 específica, formação de cultura, ou qualquer outra área que permita a melhoria da composição do fator humano pela tecnologia, a partir das competências socioemocionais e técnicas. Neste contexto, as análises destacadas como resultados permitem as indústrias (foco deste trabalho), ou mesmo organizações em geral e universidades, o uso dos resultados deste trabalho, desde que estas almejem estar inseridas na Era Digital a partir da qualificação ou requalificação das competências do trabalhador, estando ele inserido

no mercado de trabalho ou ainda quando imersos em estado preparatório para o mercado de trabalho, a partir da formação de competências necessária para criar a base da I4.0 e a partir das suas tecnologias impulsionadoras. Assim percebe-se que o ser humano, se bem qualificado a partir da competência correta, poderá enfrentar o mercado de trabalho de forma assertiva, pulverizando a transformação digital, provando assim que o ser humano pode ser mais inteligente que a própria tecnologia.

#### 4.2.3 Dashboard

A ferramenta de Mapeamento de Competências importantes para a Indústria 4.0 construída conforme a metodologia apresentada por esse trabalho pode direcionar a área de Recursos Humanos ou até mesmo gestores de equipes a gerenciar as competências dos trabalhadores. Além de permitir a construção de uma base de dados de competências, pode identificar competências importantes e analisar tecnologias baseado nas competências.

Primeiramente, um banco de dados sobre as competências é necessário. Este trabalho listou 56 competências, sendo 26 Competências Socioemocionais e 28 Competências Técnicas. Essa base pode ser alimentada constantemente assim que uma competência nova é descoberta como sendo importante para Indústria 4.0, principalmente devido o dinamismo e a descoberta de novas Tecnologias Impulsionadoras.

O próximo passo é analisar as competências em relação as tecnologias impulsionadoras. Essa análise é uma análise pontual entre competências x tecnologia, sendo analisado as tecnologias separadamente. Isso permite que os gestores analisem tecnologias pontuais, partindo do princípio de qual tecnologia o trabalhador utiliza na realização de suas tarefas de trabalho.

Essa análise permite conhecer quais as competências são mais importantes, por meio do Índice de Importância Relativa calculado, construindo um ranking entre as 10 Competências Socioemocionais e 10 Competências Técnicas mais importantes para a tecnologia a ser avaliada. As Competências e seus respectivos índices, podem ser dispostos em um gráfico de radar para melhor visualização e auxiliar em tomadas de decisões.

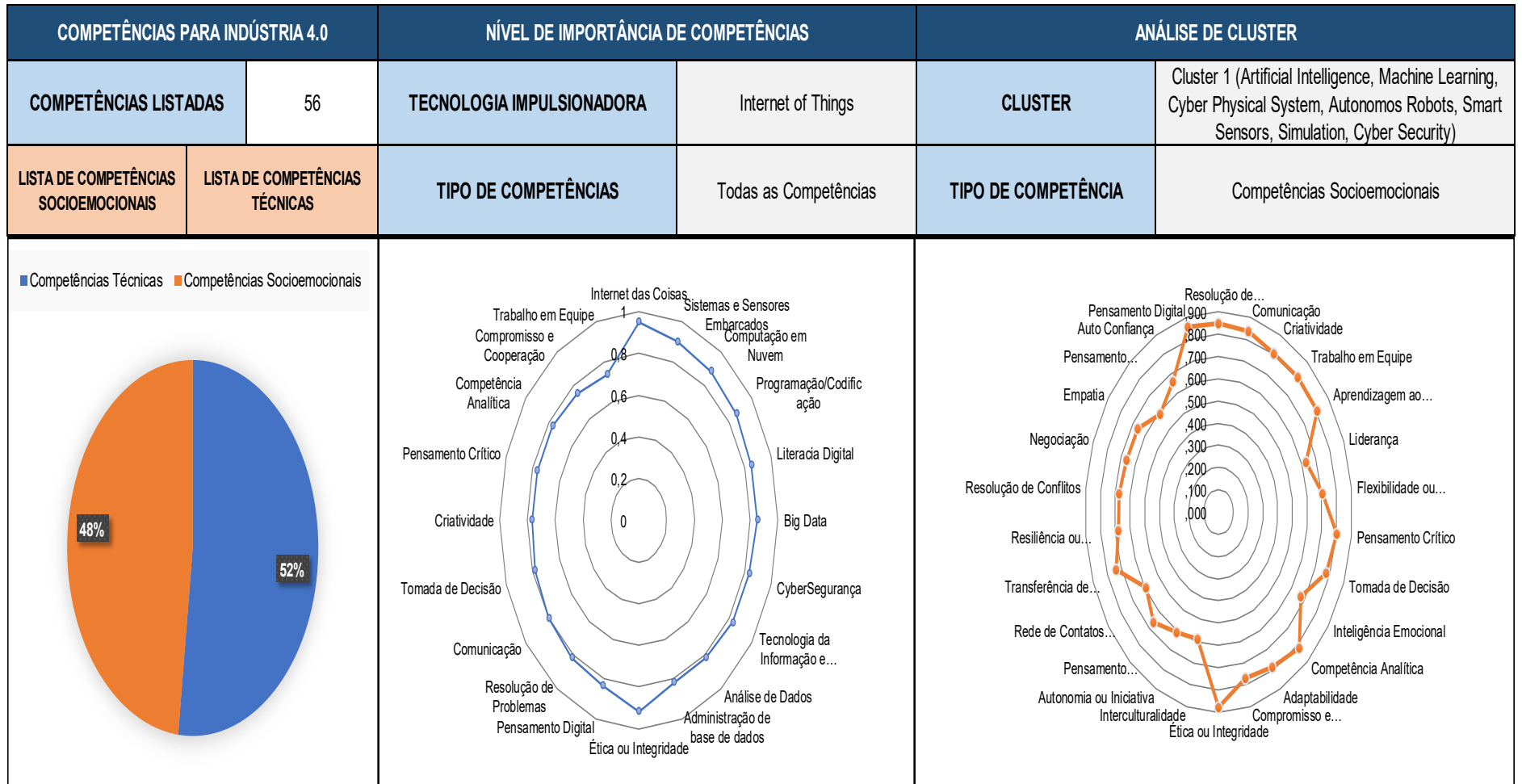
A próxima análise consiste em um agrupamento de tecnologias de acordo com os IRR das competências coletadas. Quando se trabalha com múltiplas

tecnologias, essa análise permite verificar as tecnologias que se agrupam, analisando as competências.

A partir da Análise de Cluster, pode-se verificar os cluster formados pelas tecnologias e verificar a significância de cada competência nos clusters construídos. O gráfico de radar apresenta o valor médio de cada competência em relação ao cluster analisado, verificando assim qual o IRR médio para esse agrupamento.

Essas análises podem ser dispostas e formar um banco de dados de avaliação de competências importantes para a atuação do trabalhador. Como uma ferramenta visual, a Figura 28 apresenta um Dashboard construído para que a ferramenta seja disposta de forma mais ágil para tomadas de decisões.

Figura 28 - Dashboard



Fonte: Autor (2021).



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo tem por objetivo apresentar as considerações finais relacionado a esta pesquisa. Sendo assim, será apresentado algumas considerações sobre os objetivos da pesquisa; a aplicação; o método utilizado para analisar os dados; as contribuições e, por fim, as sugestões de trabalhos futuros.

### 5.1 ANÁLISE DOS OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi “Propor o mapeamento das competências importantes para a atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0”. Portanto, pode-se considerar que o trabalho atingiu o objetivo, mapeando as competências importantes de acordo com cada tecnologia impulsionadora. Esse mapeamento auxilia as empresas a identificar essas competências e auxilia em treinamentos e recrutamentos mais assertivos.

Ainda em relação aos objetivos específicos, eles foram atingidos:

- “Identificar as principais Tecnologias Impulsionadoras no contexto da Indústria 4.0” – atingido no Capítulo 2 (seção 2.1.2);
- “Caracterizar o Estado da Arte sobre competências para a Indústria 4.0” – atingido no Capítulo 4 (seção 4.1.1);
- “Identificar as competências importantes para o contexto da Indústria 4.0 na literatura” – atingido no Capítulo 4 (seção 4.1.2);
- “Construir uma ferramenta de mapeamento de competências de acordo com as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0” – atingido no Capítulo 3 (seção 3.3.1);
- “Aplicar a ferramenta com especialistas da indústria e academia” - atingido no Capítulo 3 (seção 3.3.3);
- “Determinar as competências mais importantes de acordo com a visão de especialistas” – atingido no Capítulo 4 (seção 4.2).

A construção deste estudo baseou-se em artigos científicos publicados em periódicos de grande relevância acadêmica e por meio de relatórios de consultoria ao redor do mundo. O trabalho procurou mapear o máximo de competência na literatura e levar esse banco de dados para consulta com especialistas. Dessa forma, foi apresentado um mapeamento robusto, construído com uma série de competências e

determinar quais são as mais importantes de acordo com cada tecnologia impulsionadora determinada.

## 5.2 APLICAÇÃO

O mapeamento proposto foi submetido a um pré-teste com objetivo de verificar se o objetivo seria atendido em relação a consulta com os especialistas. A colaboração do grupo de Pesquisa EORE também foi de grande importância em relação a modelar o questionário pensando em facilitar para o respondente.

Após o pré-teste, a ferramenta foi encaminhada para especialistas da Indústria e da Academia, recebendo um total de 18 respostas válidas submetidas e analisadas por meio do Índice de Importância Relativa e a Análise de Cluster. Por meio dessas análises, conseguiu-se identificar as competências mais importantes de acordo com as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0, permitindo a Gestão de Recursos Humanos direcionar investimentos em treinamento e conhecer as competências que são demandadas. Os Recursos Humanos são responsáveis por manter a força de trabalho atualizada e de acordo com as necessidades empresariais, impulsionando a cultura 4.0 para empresas que estão ou desejam se inserir no contexto da era digital.

## 5.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

A utilização do Índice de Importância Relativa (IRR) permitiu identificar um índice geral condensando a opinião dos especialistas. Além disso, a questão em relação a quantidade diferentes dos especialistas em relação a cada tecnologia não foi um problema pois cada cálculo considera a quantidade de respondentes.

Em relação a Análise de Cluster, foi a opção escolhida para verificar o comportamento das variáveis e agrupá-las conforme o IRR calculado, sem perder o sentido da pergunta formulada e os objetivos por este trabalho respondidos. Ou seja, a importância sempre foi considerada desde a coleta de literatura pertinente até a análise final, sendo uma palavra-chave para este trabalho.

Portanto, é importante destacar que o mapeamento construído contribuiu para o avanço da literatura sobre o tema, construindo uma base de competências advindas

da literatura e verificando a sua aderência de acordo com a opinião de especialistas que trabalham diretamente com as tecnologias da Indústria 4.0.

#### 5.4 CONTRIBUIÇÕES PARA O TRABALHO

As contribuições apresentadas nos âmbitos econômicos, sociais e acadêmicos foram apresentadas no Capítulo 1. Após o desenvolvimento do trabalho, percebeu-se as possíveis contribuições:

- **Econômico:** A Gestão de Recursos Humanos no ambiente da Indústria 4.0 pode-se tornar mais eficiente ao conhecer as competências importantes para a Indústria 4.0. Ao conhecê-las, recrutamentos de acordo com a necessidade de competências podem ser mais assertivo e os treinamentos e requalificações mais direcionados. Além disso, um dashboard foi construído como uma forma visual da ferramenta ser utilizada por este setor;
- **Social:** as alterações no mundo do trabalho refletem na sociedade e como ela se organiza. Portanto, este trabalho pode direcionar profissionais e futuros profissionais a se qualificar de acordo com o que as empresas demandam, além de conhecer um fenômeno que reverbera na sociedade como um todo. Essas informações poderão ser divulgadas por meio de artigos científicos, workshop, treinamentos, congressos e mesas redondas;
- **Acadêmico:** Ao todo foram mapeadas 56 competências consideradas importantes para a Indústria 4.0 em estudos mundialmente divulgados. Além disso, permitiu-se conhecer mais sobre o fenômeno da Quarta Revolução Industrial, as tecnologias impulsionadoras e seus desafios relacionado a Gestão de Recursos Humanos, evoluindo a discussão sobre este tema. Além disso, uma consulta com especialistas atribuiu índices as competências, permitindo conhecer as mais importantes para cada tecnologia consultada.

#### 5.5 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

O trabalho permitiu um mapeamento de competências importantes para a Indústria 4.0, porém ele foi considerado um mapeamento geral, sem muitas delimitações. O intuito foi justamente conhecer sobre o tema e sistematizar ele em um

trabalho robusto e construído com uma metodologia completa. Com isso, algumas sugestões de trabalhos futuros podem ser consideradas:

- Para um mapeamento mais robustos, pode-se considerar cargos dos trabalhadores e níveis hierárquicos, pois de acordo com seus cargos ou nível pode-se conhecer suas atribuições e responsabilidades e ser mais específico com o mapeamento;
- A utilização de outros métodos matemáticos para definição dos índices numéricos a serem analisados, como o DEMATEL e o Topxis.
- Realizar uma nova Revisão Sistemática de Literatura a partir do conceito da indústria 5.0, com objetivo de atualizar a lista de competências que possa ser considerada em um novo mapeamento;
- Verificar as tendências de tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0, pois ainda é um conceito em construção e as tecnologias envolvidas ainda não estão esgotadas;
- A construção de um modelo de mensuração de competências auxiliando a delimitar gaps e impacto de competências que possam ser fechadas com treinamento;
- A partir das competências para cada tecnologia impulsionadora, buscar as habilidades necessárias para cada competência em níveis organizacionais distintos, permitindo desenvolver programas de treinamento.

## REFERÊNCIAS

- ABDELDAYEM, M. M.; ALDULAIMI, S. H. Trends and opportunities of artificial intelligence in human resource management: Aspirations for public sector in Bahrain. **International Journal of Scientific and Technology Research**, v. 9, n. 1, p. 3867-3871, 2020.
- ABUBAKAR, A. M.; ELREHAI, H.; ALATAILAT, M. A.; ELÇI, A. Knowledge management, decision-making style and organizational performance. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 4, n. 2, p. 104-114, 2019.
- ALIYU, M. B. Efficiency of Boolean search strings for Information retrieval. **American Journal of Engineering Research**, v. 6, n. 11, p. 216-222, 2017.
- ÁLVAREZ-FLORES, E. P.; NÚÑEZ-GÓMEZ, P.; CRESPO, C. R. E-Skill acquisition and deficiencies at the university in the context of the digital economy. **Revista Latina de Comunicación Social**, v. 72, p. 540-559, 2017.
- ANA, D, M.; KUSTIAWAN, I.; SUPRIATNA, N.; NUGRAHA, E.; MINGHAT, A. D.; MUKTIARNI; DWIYANTI, V. Future Jobs in Coming of Industry Revolution 4.0. **International Journal of Advanced Science and Technology**, Vol. 29, No. 05, 2020.
- ANDERBERG, M. R. **Cluster analysis for applications: probability and mathematical statistics**: a series of monographs and textbooks. [S.l.]: Academic press, 2014. v. 19.
- ÁLVAREZ-FLORES, E. P.; NÚÑEZ-GÓMEZ, P.; RODRÍGUEZ CRESPO, C. E-skills acquisition and deficiencies at the university in the context of the digital economy. **Revista Latina de Comunicación Social**, n. 72, 2017.
- ANDRIOLE, S. J. Skills and competencies for digital transformation. **IT Professional**, v. 20, n. 6, p. 78-81, 2018.
- ANSARI, F.; HOLD, P.; KHOBREH, M. A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human-machine collaboration in cyber physical production systems. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 28, p. 87-106, 2020.
- ANTOSZ, K. Maintenance – Identification and analysis of the competency gap. **Eksploatacja i Niezawodnosc**, v. 20, p. 484 – 494, 2018.

ASSANTE, D.; CAFORIO, A.; FLAMINI, M.; ROMANO, E. Smart Education in the context of Industry 4.0. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, 2019.

AZMI, A. N.; KAMIN, Y.; NOORDIN, M. K.; NASIR, A. N. Md. Towards Industrial Revolution 4.0: employers' expectations on fresh engineering graduates. **International Journal of Engineering & Technology**, p. 267 – 272, 2018.

BAENA, F.; GUARIN, A.; MORA, J.; SAUZA, J.; RETAT, S. Learning Factory: The path to industry 4.0. **Procedia Manufacturing** **9**, p. 73-80, 2017.

BAJIC, B.; COSIC, I.; LAZAREVIC, M.; SREMCEV, N.; RIKALOVIC, A. Machine learning techniques for smart manufacturing: Applications and challenges in industry 4.0. **Department of Industrial Engineering and Management Novi Sad, Serbia**, v. 29, 2018.

BARTRAM, Dave. **The SHL Universal Competency Framework**. SHL Group Limited. Thames Ditton/Inglaterra: SHL Group plc, p. 11, 2012.

BASSETO, A. L. C. **Modelo de maturidade para a análise das indústrias no contexto da indústria 4.0**. 2019. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

BCG CONSULTING. Man and Machine in Industry 4.0: How will technology transform the industrial workforce through 2025. (2015) Disponível em < [https://image-src.bcg.com/Images/BCG Man and Machine in Industry 4 0 Sep 2015 tcm9-61676.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm9-61676.pdf) > Acesso 02/01/2021

BECKER, T.; STERN, H. Future trends in human work area design for cyber-physical production systems. **Procedia Cirp**, v. 57, p. 404-409, 2016.

BEJAKOVIĆ, P.; MRNJAVAC, Ž. The importance of digital literacy on the labour market. **Employee Relations: The International Journal**, 2020.

BENESOVA, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of people in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing** **11**, p. 2195-2202, 2017

BLOCK, C.; KREIMEIER, D.; KUHLENKOTTER, B. Holistic approach for teaching IT skills in a production environment. **Procedia Manufacturing** 23, p. 57 – 62, 2018.

BONGOMIN, O.; OCEN, G. G.; NGANYI, E. O.; MUSINGUZI, A.; OMARA, T. Exponential disruptive Technologies and the required skills of Industry 4.0. **Journal of Engineering**, vol. 2020, 2020.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative research in psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

BRINGER, J. D.; JOHNSTON, L. H.; BRACKENRIDGE, C. H. Maximizing transparency in a doctoral thesis<sup>1</sup>: The complexities of writing about the use of QSR\* NVIVO within a grounded theory study. **Qualitative research**, v. 4, n. 2, p. 247-265, 2004.

BUTSCHAN, J.; HEIDENREICH, S.; WEBER, B.; KRAEMER, T. Tackling hurdles to digital transformation—The role of competencies for successful industrial internet of things (IIoT) implementation. In: **Digital Disruptive Innovation**. 2020. p. 169-208.

CAGLIANO, R.; CANTERINO, F.; LONGONI, A.; BARTEZZAGHI, E. The interplay between smart manufacturing technologies and work organization. **International Journal of Operations & Production Management**, 2019.

CAPUTO, F.; CILLO, V.; CANDELO, E.; LIU, Y. Innovating through digital revolution: The role of soft skills and Big Data in increasing firm performance. **Management Decision**, 2019.

CARUSO, L. Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes?. **AI & Soc.**, n. 33, p. 379-392, 2018.

CHANG, Y.; YEH, Y. Y. Industry 4.0 and the need for talent: a multiple case study of Taiwan's companies. **International Journal of Product Development**, v. 22, n. 4, p. 314-332, 2018.

CHENOY, D.; GHOSH, S. M.; SHUKLA, S. K. Skill development for accelerating the manufacturing sector: the role of 'new-age'skills for 'Make in India'. **International Journal of Training Research**, v. 17, n. sup1, p. 112-130, 2019.

CIMINI, C.; BOFFELLI, A.; LAGORIO, A.; KALCHISCHMIDT, M.; PINTO, R. How do industry 4.0 technologies influence organisational change? An empirical analysis of Italian SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2020.

CIOFFI, R.; TRAVAGLIONI, M.; PISCITELLI, G.; PETRILLO, A.; FELICE, F. D. Artificial intelligence and machine learning applications in smart production: Progress, trends, and directions. **Sustainability**, v. 12, n. 2, p. 492, 2020.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP 2011**, 2011, Porto Alegre – RS, 2011.

COTET, G. B.; BALGIU, B. A.; ZALESCHI, V. Assessment procedure for the soft skills requested by Industry 4.0. In: **MATEC web of conferences**. EDP Sciences, 2017. p. 07005.

DELOITTE. **Preparing Tomorrow's workforce for the Fourth Industrial Revolution**, 2018. Disponível em < <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/about-deloitte/articles/gx-preparing-tomorrow-workforce-for-the-fourth-industrial-revolution.html> > Acesso 20/12/2020.

DI NARDO, M.; FORINO, D.; MURINO, T. The evolution of man-machine interaction: The role of human in Industry 4.0 paradigm. **Production & Manufacturing Research**, v. 8, n. 1, p. 20-34, 2020.

DO, B.; YEH, P.; MADSEN, J. Exploring the relationship among human resource flexibility, organizational innovation and adaptability culture. **Chinese Management Studies**, 2016.

DURAND, T. L'alchimie de La compétence. **Revue Française de Gestion**, Paris, v. 127, p. 84-102, janv./févr. 2000

DWORSCHAK, B.; ZAISER, H. Competences for cyber-physical systems in manufacturing - first findings and scenarios. **Procedia CIRP 25**, p. 345 – 350, 2014.

ENSSLIN, L; ENSSLIN, S. R.; LACERDA, R. T. O.; TASCA, J. E. Processo de seleção de portfólio bibliográfico. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil, 2010.



ERASMUS+. **The 4<sup>th</sup> Industrial Revolution and it's implications to the VET provision.** 2018. Disponível em < <http://vet-40.eu/CompetencesProfile.html?file=files/IO/VET%200%20Research%20Report.pdf>> Acesso 20/12/2020.

ERRO-GARCES, A. Industry 4.0: defining the research agenda. **Benchmarking: An International Journal**, 2019.

FARERI, S.; FANTONI, G.; CHIARELLO, F.; COLI, E.; BINDA, A. Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using textmining. **Computers in Industry**, v. 118, 2020.

FENECH, R.; BAGUANT, P.; IVANOV, D. The changing role of human resource management in an era of digital transformation. **Journal of Management Information and Decision Sciences**, v. 22, n. 2, p. 1-10, 2019.

FIELD, A. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS**. 2<sup>o</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLATT, H.; SCHRIEGEL, S.; JASPERNEITE, J.; TRSEK, H.; ADAMCZYK, H. Analysis of the Cyber-Security of industry 4.0 technologies based on RAMI 4.0 and identification of requirements. In: **2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)**. IEEE, 2016. p. 1-4

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Rev. adm. contemp.**, Curitiba, v. 5, p. 183-196, 2001.

FLEURY, A. O que é Engenharia de Produção. BATALHA, M. O. (Org.). **Introdução a Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Campus, 2008.

FLORES, E.; XU, X.; LU, Y. Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 4, pp. 687-703, 2020.

FOERSTER-PASTOR, U. S.; GOLOWKO, N. The need for digital and soft skill in the Romanian business service industry. **Management & Marketing**. Challenges for the knowledge society, v. 13, n. 1, p. 831 – 847, 2018.

GALASKE, N.; ARNDT, A.; FRIEDRICH, H.; BETTENHAUSEN, K. D.; ANDIRL, R. Workforce Management 4.0 – Assessment of Human Factors Readiness Towards

Digital Manufacturing. In: **International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics**. Springer, Cham, 2017.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

GALATI, F.; BIGLIARDI, B. Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. **Computers in Industry**, v. 109, p. 100-113, 2019.

GAO, J. H.; HAWORTH, N. Stuck in the middle? Human resource management at the interface of academia and industry. **The International Journal of Human Resource Management**, p. 3081-3112, 2019.

GARCIA-ARROYO, J.; OSCA, A. Big data contributions to human resource management: a systematic review. **The International Journal of Human Resource Management**, p. 1-26, 2019.

GARCIA-ESTEBAN, S.; JAHNKE, S. Skills in European higher education mobility programmes: outlining a conceptual framework. **Higher Education, Skills and Work-Based Learning**, 2020.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008, 200p.

GOGTAY, N. J.; THATTE, U. M. Principles of correlation analysis. **Journal of the Association of Physicians of India**, v. 65, n. 3, p. 78-81, 2017.

GOODERHAM, P. N.; MAYRHOFER, W.; BREWSTER, C. A framework for comparative institutional research on HRM. **The International Journal of Human Resource Management**, v. 30, n. 1, p. 5-30, 2019.

GRONAU, N.; ULLRICH, A.; TEICHMANN, M. Development of the industrial IoT competences in the areas of organization, process and interaction based on the learning factory concept. **Procedia Manufacturing** 9, p. 254 – 261, 2017.

Hair, J. F.; Black, B.; Babin, B.; Anderson, R. E. **Multivariate Data Analysis**, Sixth Edition. Prentice Hall, New York: 2005.

HANNOLA, L.; RICHTER, A.; RICHTER, S.; STOCKER, A. Empowering production workers with digitally facilitated knowledge processes – a conceptual framework. **International Journal of Production Research**, p. 4729 – 4743, 2018.

HECKLAU, F.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.

HEE LEE, J.; SHVETSOVA, O. A. The Impact of VR Application on Student's Competency Development: A Comparative Study of Regular and VR Engineering Classes with Similar Competency Scopes. **Sustainability**, v. 11, n. 8, p. 2221, 2019.

HENDARMAN, A.; F. TKAFRAATMADJA, J. H. Relationship among soft skills, hard skills and innovativeness of knowledge workers in the knowledge economy era. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 52, p. 35 – 44, 2012.

HUĐEK, I.; ŠIREC, K.; TOMINC, P. Digital skills in enterprises according to the European digital entrepreneurship sub-indices: Cross-country empirical evidence. **Management: Journal of Contemporary Management Issues**, v. 24, n. 2, p. 107-119, 2019.

IND 4.0. **Senai Lança programa para capacitar jovens para a Indústria 4.0**. 2020. Disponível em < <https://www.industria40.ind.br/noticias/20378-senai-lanca-programa-para-capacitar-jovens-para-a-industria-40> > Acesso 03 de Novembro de 2020.

JAEGER, A.; MAYRHOFER, W.; KUHLANG, P.; MATYAS, K.; SIHN, W. Total Immersion: Hands and Heads-on training in a learning factory for comprehensive industrial Engineering Education. **International Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 1, p. 23-32, 2013.

JERMAN, A.; BACH, M.; BERTONCELJ, A. A bibliometric and topic analysis on future competences at smart factories. **Machines**, v. 6, 2018.

JERMA, A.; BACH, M. P.; ALEKSIC, A. Transformation towards smart factory system: examining new job profiles and competencies. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 37, n. 2, p. 388-402, 2020.

KAASINEN, E.; SCHUMALFUB, F.; OZTURK, C.; AROMAA, S.; BOUBEKEUR, M.; HEILALA, J.; HEIKKILA, P.; KUULA, T.; LIINASUO, M.; MACH, S.; MEHTA, R.;

PETAJA, E.; WALTER, T. Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions. **Computers & Industrial Engineering**, 2019.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. Berlin: Acatech, 2013.

KAMARUZAMAN, F. M.; HAMID, R.; MUTALIB, A. A.; RASUL, M. S. Conceptual framework for the development of 4IR skills for engineering graduates. **Global Journal of Engineering Education**, v. 21, n. 1, p. 54-61, 2019.

KAZANCOGLU, Y.; OZKAN-OZEN, Y. D. Analyzing workforce 4.0 in the fourth industrial revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy dematel. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 31, n. 6, p 891-907, 2018.

KERGROACH, S. Industry 4.0: new challenges and opportunities for the labour market. **Форсайт**, v. 11, n. 4 (eng), 2017.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KOHNNOVÁ, L.; SALAJOVÁ, N. AND THEIR IMPACT ON MANAGERIAL PRACTICE: **LEARNING FROM THE PAST**. 2019.

LAKER, D. R.; POWELL, J. L. The differences between hard and soft skills and their relative impact on training transfer. **Human Resource Development Quarterly**, vol. 22, no. 1, 2011.

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H.; FELD, T. HOFFMANN, M. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p 239-242, 2014.

LE DEIST, F. D.; WINTERTON, J. What is competence?. **Human resource development international**, v. 8, n. 1, p. 27-46, 2005.

LEE, J.; DAVARI, H.; SINGH, J.; PANDHARE, V. Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing letters**, v. 18, p. 20-23, 2018.

LI, Guoping; HOU, Yun; WU, Aizhi. Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods. **Chinese Geographical Science**, v. 27, n. 4, p. 626-637, 2017.

LIBONI, L. B.; CEZARINO, L. O.; JABBOUR, C. J. C.; OLIVEIRA, B. G.; STEFANELLI, N. O. Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 24, p. 124 – 146, 2018.

LISZKA, K.; KLIMKIEWICZ, K.; MALINOWSKI, P. Polish foundry engineer with regard to changes carried by the industry 4.0. **Archives of foundry engineering**, v. 19, p. 103-108, 2019.

LIU, Yongkui; XU, Xun. Industry 4.0 and cloud manufacturing: A comparative analysis. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, v. 139, n. 3, p. 034701, 2017.

LU, Y. Industry 4.0: a survey on Technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration** 6, p 1-10, 2017.

MAHESO, N.; MPOFUM, K.; RAMATSETSE, B. A learning factory concept for skill enhancement in rail car manufacturing industries. **Procedia Manufacturing**, v. 31, p. 187 – 193, 2019.

MAISIRI, W.; DARWISH, H.; VAN DYK, L. An investigation of Industry 4.0 skills requirements. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 30, n. 3, p. 90-105, 2019.

MATT, D. T.; ORZES, G.; RAUCH, E.; DALLASEGA, P. Urban production—A socially sustainable factory concept to overcome shortcomings of qualified workers in smart SMEs. **Computers & Industrial Engineering**, v. 139, p. 105384, 2020.

MAZURCHENKO, A.; MARŠÍKOVÁ, K. Digitally-Powered Human Resource Management: Skills and Roles in the Digital Era. **Acta Informatica Pragensia**, v. 8, n. 2, p. 72-87, 2019.

MCKINSEY. **Skill shift**: Automation and the future of the workforce, 2018. Disponível em < <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce> > Acesso 20/12/2020.

MCKINSEY. **Industry 4.0**: Reimagining manufacturing operations after COVID-19, 2020. Disponível em < <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our->

[insights/industry-40-reimagining-manufacturing-operations-after-covid-19](https://www.insights/industry-40-reimagining-manufacturing-operations-after-covid-19) > Acesso 20/01/2021.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOHELSKA, H.; SOKOLOVA, M. Management approaches for industry 4.0 – the organizational culture perspective. **Technological and economic development of economy**, v. 24, 2018.

MOHER, D.; COOK, D. J.; EASTWOOD, S.; OLKIN, I.; RENNIE, D.; STROUP, D. F. Improving the quality of reports of meta-analyses of randomised controlled trials: the QUOROM statement. **Oncology Research and Treatment**, v. 23, n. 6, p. 597-602, 2000.

MOHER, D. LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GOTZSCHE, P. C.; LOANNIDIS, J. P.A.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P. J.; KLEIJNEN, J.; MOHER, D. The PRISMA Statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Guidelines and Guidance**, v. 6, 2009.

MOKTADIR, MD. A.; ALI, S. M.; KUSI-SARPONG, S.; SHAIKH, MD. A. A. Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 730-741, 2018.

MOLDAVAN, L. State-of-the-art Analysis on the Knowledge and Skills Gaps on the Topic of Industry 4.0 and the Requirements for Work-based Learning. **Procedia Manufacturing**, v. 32, p. 294 - 301, 2019.

MOLINO, M.; CORTESE, C. G.; GHISLIERI, C. The Promotion of Technology Acceptance and Work Engagement in Industry 4.0: From Personal Resources to Information and Training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, p. 2438, 2020.

MOTYL, B.; BARONIO, G.; UBERTI, S.; SPERANZA, D.; FILIPPI, S. How will change the future engineers' skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey. **Procedia Manufacturing** 11, p. 1501 – 1509, 2017.

MUHURI, P. K.; SHUKLA, A. K.; ABRAHAM, A. Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. **Engineering applications of artificial intelligence**, v. 78, p. 218-235, 2019.

MULLER, E.; HOPF, H. Competence Center for the Digital Transformation in Small and Medium-Sizes Enterprises. **Procedia Manufacturing** 11, p. 1495 – 1500, 2017.

MULLER, J. M.; KIEL, D.; VOIGT, K. What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. **Sustainability**, v.10, 247, 2018.

NAIR, K. Overcoming today's digital talent gap in organizations worldwide. **Development and Learning in Organizations: An International Journal**, 2019.

NANKERVIS, A.; CONNELL, J.; CAMERON, R.; MONTAGUE, A.; PRIKSHAT, V. "Are we there yet? Australian HR professionals and the Fourth Industrial Revolution. **Asia Pacific Journal of Human Resources**, 2019.

NORUSIS, M. J. **IBM SPSS Statistic 19 Advanced Statistical Procedures Companion**, Prentice Hall, Upper Sanddle River: 2011.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, p 2109 – 2135, 2015.

PEJIC-BACH, M.; BERTONCEL, T.; MESKO, M.; KRSTIC, Z. Text mining of industry 4.0 job advertisements. **International journal of information management**, v. 50, p. 416-431, 2020.

PIÑOL, T. C; PORTA, S. A.; AREVALO, M. C. R.; MINGUELLA-CANELA, J. Study of the training needs of industrial companies in the Barcelona Area and proposal of training courses and methodologies to enhance further competitiveness. **Procedia Manufacturing** 13, p. 1426 – 1431, 2017.

PONTES, J.; GERALDES, C. A. S.; FERNANDES, F. P.; SAKURADA, L.; RASMUSSEN, A. N.; CHRISTIANSEN, L.; HAFNER-ZIMMERMANN, S.; DELANEY, K.; LEITAO, P. Relationship between Trends, Job Profiles, Skills and Training

Programs in the Factory of the Future". In: *ICIT- IEEE 22nd International Conference on Industrial Technology*, Valencia, Spain, 2021. Disponível em < <https://iten.ieee-ies.org/events/2020/2021-icit-ieee-22nd-international-conference-on-industrial-technology/>>

PRIFTI, L.; KNIGGE, M.; KIENEGGER, H.; KRCCMAR, H. A Competency Model for "Industrie 4.0" Employees. **Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017)**, 2017.

QSR NVIVO 10. Disponível em < <https://www.qsrinternational.com/>>.

RA, S.; SHRESTHA, U.; KHATIWADA, S.; YOON, S. W.; KWON, K. The Rise of Technology and impact on skills. **International Journal of Training Research**, v. 17, p. 26-40, 2019.

RAMINGWONG, S.; MANOPINIWES, W.; JANGKRAJARNG, V. Human factors of thailand toward industry 4.0. **Management Research and Practice**, v. 11, n. 1, p. 15-25, 2019.

RAMPASSO, I. S.; MELLO, S. L.; WALKER, R.; SIMAO, V. G. ARAUJO, R.; CHAGAS, J.; ANHOLON, R. An investigation of research gaps in reported skills required for Industry 4.0 readiness of Brazilian undergraduate students. **Higher Education, Skills and Work-Based Learning**, 2020.

RASCA, L. Employee experience – an answer to the deficit of talents in the fourth industrial revolution. **Quality – Access to Success**, v. 19, s3, 2018.

ROBLEK, V.; MESKO, M.; KRAPEZ, A. A complex view of Industry 4.0. **SAGE Open**, p. 1-11, 2016

ROBLES, M. M. Executive perceptions of the top 10 Soft Skills needed in today's workplace. **Business Communication Quarterly**, v. 75, n. 4, p. 453-465, 2012.

ROOSHDI, R. R. R. M.; ABD MAJID, M. Z.; SAHAMIR, S. R.; ISMAIL, N. A. A. Relative importance index of sustainable design and construction activities criteria for green highway. **Chemical Engineering Transactions**, v. 63, p. 151-156, 2018.

RUSSO, D. Competency Measurement Model. In: **European Conference on Quality in Official Statistics (Q2016)**, Madrid, 2016.



SACKEY, S. M.; BESTER, A. Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African context. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, p. 101 – 114, 2016.

SAKURADA, L.; GERALDES, C. A. S.; FERNANDES, F. P.; PONTES, J.; LEITAO, P. Analysis of new job profiles for the factory of the future. In: **SOHOMA**, vol. 10, 2020.

SALMAN, M.; GANIE, S. A.; SALEEM, I. The concept of competence: a thematic review and discussion. **European Journal of Training and Development**, 2020.

SCHALLOCK, B.; RYBSKI, C.; JOCHEM, R.; KOHL, H. Learning factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training. **Procedia Manufacturing** 23, p. 27-32, 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SESI. **Skill 4.0**: habilidade para a indústria. Curitiba: Sesi/PR, 2020.

SIMIC, M.; NEDILKO, Z. Development of Competence Model for Industry 4.0: a theoretical approach. **37<sup>th</sup> International Scientific Conference on Economic and Social Development**, 2019.

SIVATHANU, B.; PILLAI, R. Smart HR 4.0 – how industry 4.0 is disrupting HR. **Human Resource Management International Digest**, v. 26 n. 4, p. 7 – 11, 2018.

SOHIMI, N. E.; AFFANDI, H. M.; RASUL, M. S.; YASIN, R. M.; NORDIN, N.; ADAM, S. Malaysian industrial collaborations for skills development in 4th industrial revolution. **Journal of Technical Education and Training**, v. 11, n. 3, 2019.

SOLTOVSKI, R. **Modelo Teórico De Categorização Dos Riscos Provenientes Da Implantação Da Indústria 4.0 No Setor Manufatureiro**. 2020. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

SONY, M.; NAIK, S. Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. **Benchmarking: An International Journal**, 2019.

SOUSA, M. J.; ROCHA, Á. Digital learning: Developing skills for digital transformation of organizations. **Future Generation Computer Systems**, v. 91, p. 327-334, 2019.

STEIN, V.; SCHOLZ, T. M. Manufacturing Revolution Boosts People Issues: The Evolutionary Need for 'Human-Automation Resource Management'in Smart Factories. **European Management Review**, v. 17, n. 2, p. 391-406, 2020.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP 40**, p 536-541, 2016.

STOJANOVA, H.; LIETAVCOVA, B.; RAGUZ, I. V. The Dependence of Unemployment of the senior workforce upon explanatory variables in the European Union in the Context of Industry 4.0. **Social Sciences**, v. 8, 2019.

SUMER, Beyza. Impact of Industry 4.0 on Occupations and Employment in Turkey. **European Scientific Journal**, v. 14, n. 10, p. 1-17, 2018.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 132, p. 40 – 45, 2018.

TENG, W.; MA, C.; PAHLEVANSHARIF, S.; TUNER, J. J. Graduate readiness for the employment market of the 4<sup>th</sup> industrial revolution: the development of soft employability skills. **Education + Training**, v. 61, n. 5, p. 590-604, 2019.

TERKOWSKY, C.; FRYE, S.; MAY, D. Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for "Working 4.0"? **European Journal of Education**, v. 54, n. 4, p. 577-590, 2019.

TREINTA, F. T.; FARIAS FILHO, J. R.; SANT'ANNA, A. P.; RABELO, L. M. Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão. **Production**, v. 24, n. 3, p. 508-520, 2014.

TURCU, C. O.; TURCU, C. E. Industrial Internet of Things as a Challenge for Higher Education. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 9, n. 11, p. 55-60, 2018.

VAIDYA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. Industry 4.0 – A Glimpse. **Procedia Manufacturing 20**, p 233 – 238, 2018.

VDI BRASIL. **VDI-Brasil lança programa de capacitação em Indústria 4.0 para engenheiras e estudante de engenharia.** 2020. Disponível em <<https://www.vdibrasil.com/vdi-brasil-lanca-programa-de-capitacao-em-industria-4-0-para-engenheiras-e-estudantes-de-engenharia/>> Acesso 03 de Novembro de 2020.

VERMULM, R. **Políticas para o desenvolvimento da Industria 4.0 no Brasil.** São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: <[https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180710\\_politicas\\_para\\_o\\_desenvolvimento\\_da\\_industria\\_4\\_0\\_no\\_brasil.pdf](https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_0_no_brasil.pdf)>

VERMA, A.; BANSAL, M.; VERMA, J. Industry 4.0: reshaping the future of HR. **Strategic Direction**, 2020.

VRCHOTA, J.; MARIKOVA, M.; REHOR, P.; ROLINEK, L.; TOUSEK, R. Human resources readiness for industry 4.0. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 6, n. 1, p. 3, 2020.

WHYSSAL, Z.; OWTRAM, M.; BRITAIN, S. The new talent management challenges of industry 4.0. **Journal of Management Development**, v. 38, p. 118-129, 2019.

WIKLE, T. A.; FAGIN, T. D. Hard and Soft Skills in preparing GIS professionals: comparing perceptions of employers and educators. **Transactions in GIS**, p. 641 – 652, 2015.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2018.** Centre for the New Economy and Society, 2018.

WEF (WORLD ECONOMIC FORUM). **The Future of Jobs Report 2020.** Centre for the New Economy and Society, 2020.

YOSHINO, R. T.; PINTO, M. M. A.; PONTES, J.; TREINTA, F. T.; JUSTO, J. F.; SANTOS, M. M. Educational Test Bed 4.0: a teaching tool for Industry 4.0. **European Journal of Engineering Education**, v. 45, n. 6, p. 1002-1023, 2020.

**APÊNDICE 1 – QUANTITATIVO BRUTO DE BUSCAS DE ACORDO COM AS  
COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE**

Combinação de Palavras-chave	Scopus	Science Direct	Web of Science	Total
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0") AND ("Skill" OR "Skill Development" OR "Skill Model" OR "Skill Management" OR "Skill Assessment" OR "Workers Skill")	153	73	19	245
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0") AND ("Competence" OR "Competence Development" OR "Competence Model" OR "Competence Management" OR "Competence Assessment" OR "Workers Competence")	56	29	22	107
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0") AND ("Competency" OR "Competency Development" OR "Competency Model" OR "Competency Management" OR "Competency Assessment" OR "Workers Competency")	53	26	12	91
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0") AND ("Human Resource Management" OR "Smart Human Resource" OR "Human Resource Management 4.0" OR "HRM 4.0" OR "SHR 4.0")	43	3	13	59
("Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("Skill" OR "Skill Development" OR "Skill Model" OR "Skill Management" OR "Skill Assessment" OR "Workers Skill")	97	11	16	124
("Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("Competence" OR "Competence Development" OR "Competence Model" OR "Competence Management" OR "Competence Assessment" OR "Workers Competence")	30	4	13	47
("Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("Competency" OR "Competency Development" OR "Competency Model" OR "Competency Management" OR "Competency Assessment" OR "Workers Competency")	33	2	10	45
("Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("Human Resource Management" OR "Smart Human Resource" OR "Human Resource Management 4.0" OR "HRM 4.0" OR "SHR 4.0")	13	0	0	13
("Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Smart Factory") AND ("Skill" OR "Skill Development" OR "Skill Model" OR "Skill Management" OR "Skill Assessment" OR "workers Skill")	24	17	9	50
("Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Smart Factory") AND ("Competence" OR "Competence Development" OR "Competence Model" OR "Competence Management" OR "Competence Assessment" OR "Workers Competence")	11	9	2	22
("Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Smart Factory") AND ("Competency" OR "Competency Development" OR "Competency Model" OR "Competency Management" OR "Competency Assessment" OR "Workers Competency")	9	5	2	16
("Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Smart Factory") AND ("Human Resource Management" OR "Smart Human Resource" OR "Human Resource Management 4.0" OR "HRM 4.0" OR "SHR 4.0")	11	1	4	16
("Digital Transformation" OR "Cyber Physical Systems" OR "Advanced Manufacturing") AND ("Skill" OR "Skill Development" OR "Skill Model" OR "Skill Management" OR "Skill Assessment" OR "Workers Skill")	237	63	44	344
("Digital Transformation" OR "Cyber Physical Systems" OR "Advanced Manufacturing") AND ("Competence" OR "Competence Development" OR "Competence Model" OR "Competence Management" OR "Competence Assessment" OR "Workers Competence")	81	31	36	148

("Digital Transformation" OR "Cyber Physical Systems" OR "Advanced Manufacturing") AND ("Competency" OR "Competency Development" OR "Competency Model" OR "Competency Management" OR "Competency Assessment" OR "Workers Competency")	62	14	14	90
("Digital Transformation" OR "Cyber Physical Systems" OR "Advanced Manufacturing") AND ("Human Resource Management" OR "Smart Human Resource" OR "Human Resource Management 4.0" OR "HRM 4.0" OR "SHR 4.0")	41	0	31	72
<b>total</b>	954	288	247	1489

**APÊNDICE 2 – LISTA DE ARTIGOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE  
LITERATURA E RELATÓRIOS UTILIZADOS COMO FONTE**

ID	AUTORES	TÍTULO	JOURNAL	ANO
1	Abdeldayem, M.M. and Aldulaimi, S.H.	Trends and opportunities of artificial intelligence in human resource management: Aspirations for public sector in Bahrain	International Journal of Scientific and Technology Research	2020
2	Abubakar, A.M., Elrehail, H., Alatailat, M.A. and Elçi, A.	Knowledge management, decision-making style and organizational performance	Journal of Innovation & Knowledge	2019
3	Álvarez-Flores, E.P., Núñez-Gómez, P. and Rodríguez Crespo, C.	E-skills acquisition and deficiencies at the university in the context of the digital economy	Revista Latina de Comunicacion Social	2017
4	Andriole, S.J.	Skills and Competencies for Digital Transformation	It Professional	2018
5	Ansari, F., Hold, P. and Khobreh, M.	A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human-machine collaboration in cyber physical production systems	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology	2020
6	Antosz, K.	Maintenance - Identification and analysis of the competency gap	Eksploracja I Niezawodnosc	2018
7	Azmi, A.N., Kamin, Y., Md Nasir, A.N. and Noordin, M.K.	The engineering undergraduates industrial training programme in Malaysia: Issues and resolutions	International Journal of Engineering and Advanced Technology	2019
8	Azmi, A.N., Kamin, Y., Noordin, M.K. and Md. Nasir, A.N.	Towards industrial revolution 4.0: Employers' expectations on fresh engineering graduates	International Journal of Engineering and Technology (UAE)	2018



9	Benešová, A. and Tupa, J.	Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0	Procedia Manufacturing	2017
10	Block, C., Kreimeier, D. and Kuhlenkötter, B.	Holistic approach for teaching IT skills in a production environment	Procedia Manufacturing	2018
11	Bongomin, O., Gilibrays Ocen, G., Oyondi Nganyi, E., Musinguzi, A. and Omara, T.	Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0	Journal of Engineering (United Kingdom)	2020
12	Butschan, J., Heidenreich, S., Weber, B. and Kraemer, T.	Tackling Hurdles To Digital Transformation - The Role Of Competencies For Successful Industrial Internet Of Things (IIoT) Implementation	International Journal of Innovation Management	2019
13	Caputo, F., Cillo, V., Candelo, E. and Liu, Y.	Innovating through digital revolution: The role of soft skills and Big Data in increasing firm performance	Management Decision	2019
14	Chenoy, D., Ghosh, S.M. and Shukla, S.K.	Skill development for accelerating the manufacturing sector: the role of 'new-age' skills for 'Make in India'	International Journal of Training Research	2019
15	Fareri, S., Fantoni, G., Chiarello, F., Coli, E. and Binda, A.	Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining	Computers In Industry	2020
16	Fenech, R., Baguant, P. and Ivanov, D.	The changing role of human resource management in an era of digital transformation	Journal of Management Information and Decision Science	2019
17	Galati, F. and Bigliardi, B.	Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach	Computers In Industry	2019

<b>18</b>	Garcia-Esteban, S. and Jahnke, S.	Skills in European higher education mobility programmes: outlining a conceptual framework	Higher Education, Skills and Work-Based Learning	2020
<b>19</b>	Golowko, N.	The need for digital and soft skills in the romanian business service industry	Management And Marketing	2018
<b>20</b>	Hannola, L., Richter, A., Richter, S. and Stocker, A.	Empowering production workers with digitally facilitated knowledge processes—a conceptual framework	International Journal of Production Research	2018
<b>21</b>	Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S. and Kohl, H.	Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0	Procedia CIRP	2016
<b>22</b>	Huđek, I., Širec, K. and Tominc, P.	Digital skills in enterprises according to the european digital entrepreneurship sub-indices: Cross-country empirical evidence	Management (Croatia)	2019
<b>23</b>	Jagannathan, S., Ra, S. and Maclean, R.	Dominant recent trends impacting on jobs and labor markets - An Overview	International Journal of Training Research	2019
<b>24</b>	Jerman, A., Bach, M.P. and Bertoncej, A.	A Bibliometric and Topic Analysis on Future Competences at Smart Factories	Machines	2018
<b>25</b>	Jerman, A., Pejić; Bach, M. and Aleksić; A.	Transformation towards smart factory system: Examining new job profiles and competencies	Systems Research and Behavioral Science	2020

26	Kaasinen, E., Schmalfuß, F., Öztürk, C., Aromaa, S., Boubekur, M., Heilala, J., Heikkilä, P., Kuula, T., Liinasuo, M., Mach, S., Mehta, R., Petäjä, E., Walter, T., Schmalfuss, F., Ozturk, C., Aromaa, S., Boubekur, M., Heilala, J., Heikkila, P., Kuula, T., Liinasuo, M., Mach, S., Mehta, R., Petaja, E., Walter, T., Schmalfuß, F., Özturk, C., Aromaa, S., Boubekur, M., Heilala, J., Heikkilä, P., Kuula, T., Liinasuo, M., Mach, S., Mehta, R., Petäjä, E. and Walter, T.	Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions	Computers and Industrial Engineering	2020
27	Kamaruzaman, F.M., Hamid, R., Mutalib, A.A. and Rasul, M.S.	Conceptual framework for the development of 4IR skills for engineering graduates	Global Journal of Engineering Education	2019
28	Kazancoglu, Y. and Ozkan-Ozen, Y.D.	Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL	Journal of Enterprise Information Management	2018
29	Kergroach, S.	Industry 4.0: New challenges and opportunities for the labour market	Foresight And STI Governance	2017
30	Liboni, L.B., Cezarino, L.O., Jabbour, C.J.C., Oliveira, B.G. and Stefanelli, N.O.	Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM	Supply Chain Management	2019
31	Liszka, K., Klimkiewicz, K. and Malinowski, P.	Polish foundry engineer with regard to changes carried by the industry 4.0	Archives Of Foundry Engineering	2019
32	Maheso, N., Mpofu, K. and Ramatsetse, B.	A Learning Factory concept for skills enhancement in rail car manufacturing industries	Procedia Manufacturing	2019

33	Maisiri, W., Darwish, H. and van Dyk, L.	An investigation of industry 4.0 skills requirements	South African Journal of Industrial Engineering	2019
34	Mazurchenko, A. and Maršíková, K.	Digitally-powered human resource management: Skills and roles in the digital era	Acta Informatica Pragensia	2019
35	Mohelska, H. and Sokolova, M.	Management approaches for industry 4.0 – The organizational culture perspective	Technological and Economic Development of Economy	2018
36	Moldovan, L.	State-of-the-art Analysis on the Knowledge and Skills Gaps on the Topic of Industry 4.0 and the Requirements for Work-based Learning	Procedia Manufacturing	2019
37	Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D. and Filippi, S.	How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey	Procedia Manufacturing	2017
38	Nankervis, A., Connell, J., Cameron, R., Montague, A. and Prikshat, V.	'Are we there yet?' Australian HR professionals and the Fourth Industrial Revolution	Asia Pacific Journal of Human Resources	2019
39	Piñol, T.C., Porta, S.A., Arévalo, M.C.R. and Minguella-Canela, J.	Study of the training needs of industrial companies in the Barcelona Area and proposal of Training Courses and Methodologies to enhance further competitiveness.	Procedia Manufacturing	2017
40	Prifti, L.; Knigge, M.; Keinegger, H. and Helmut, K.	A Competency Model for "Industrie 4.0" Employees	International Conference on Wirtschaftsinformatik	2017
41	Ra, S., Shrestha, U., Khatiwada, S., Yoon, S.W. and Kwon, K.	The rise of technology and impact on skills	International Journal of Training Research	2019

42	Ramingwong, S., Manopiniwes, W. and Jangkrajarn, V.	Human Factors Of Thailand Toward Industry 4.0	Management Research And Practice	2019
43	Rampasso, I.S., Mello, S.L.M., Walker, R., Simão, V.G., Araújo, R., Chagas, J., Quelhas, O.L.G. and Anholon, R.	An investigation of research gaps in reported skills required for Industry 4.0 readiness of Brazilian undergraduate students	Higher Education, Skills and Work-Based Learning	2020
44	Rasca, L.	Employee experience – An answer to the deficit of talents, in the fourth industrial revolution	Quality - Access to Success	2018
45	Sackey, S.M. and Bester, A.	Industrial engineering curriculum in industry 4.0 in a South African context	South African Journal of Industrial Engineering	2016
46	Sakurada, L.; Geraldes, C. A. S.; Fernandes, F. P.; Pontes, J. and Leitão, P.	Analysis of New Job Profiles for The Factory of the Future	SOHOMA'20 conference Proceedings	2020
47	Schallock, B., Rybski, C., Jochem, R. and Kohl, H.	Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training	Procedia Manufacturing	2018
48	Sivathanu, B. and Pillai, R.	Smart HR 4.0 – how industry 4.0 is disrupting HR	Human Resource Management International Digest	2018
49	Sohimi, N. E.; Affandi, H. M.; Rasul, M. S.; Yasin, R. M.; Nordin, N.; Adam, S.	Malaysian industrial collaboration for skills development in 4th industrial revolution	Journal of Technical Education and Training	2019
50	Stein, V. and Scholz, T.M.	Manufacturing Revolution Boosts People Issues: The Evolutionary Need for 'Human-Automation Resource Management' in Smart Factories	European Management Review	2019

51	Stojanova, H., Lietavcova, B. and Ragu&zcaron;, I.V.	The dependence of unemployment of the senior workforce upon explanatory variables in the European Union in the context of Industry 4.0	Social Sciences	2019
52	Sung, T.K.	Industry 4.0: A Korea perspective	Technological Forecasting and Social Change	2018
53	Teng, W., Ma, C., Pahlevansharif, S. and Turner, J.J.	Graduate readiness for the employment market of the 4th industrial revolution: The development of soft employability skills	Education and Training	2019
54	Terkowsky, C., Frye, S. and May, D.	Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for "Working 4.0"?	European Journal of Education	2019
55	Vrchota, J., Mařiková, M., Řehoř, P., Rolínek, L. and Toušek, R.	Human resources readiness for industry 4.0	Journal of Open Innovation: Technology, Market, And Complexity	2020
56	Whysall, Z., Owtram, M. and Brittain, S.	The new talent management challenges of Industry 4.0	Journal of Management Development	2019
57	Erasmus+	Cluster Management abilities, capacities, skills and competences towards a smart industry	-	2018
58	McKinsey&Company	Skill Shift automation and the future of the workforce	-	2019
59	Roland Berger	Skill Development for Industry 4.0	-	2016
60	World Economic Forum	The Future of Jobs Reports 2020	-	2020

<b>61</b>	Deloitte	Preparing tomorrow's workforce for the Fourth Industrial Revolution	-	2018
<b>62</b>	VET (Vocational Education and Training 4.0)	The 4 <sup>th</sup> Industrial Revolution and its implications to the VET provision	-	2018
<b>63</b>	Sesi (Serviço Social da Indústria)	Skills 4.0: Habilidades para a Indústria	-	2020

### **APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA**



Prezado Especialista,

Ao cumprimentá-lo, gostaria de me apresentar. Eu me chamo Leonardo Breno Pessoa da Silva, sou aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa-PR, sob orientação da Professora Dra. Joseane Pontes. A minha dissertação está ligada às competências de trabalho para a Indústria 4.0.

O Objetivo geral é propor o mapeamento de competências necessárias para a atuação do trabalhador nas principais tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0. Esse mapeamento permite conhecer quais competências são importantes de acordo com cada tecnologia impulsionadora da Indústria 4.0. Essa pesquisa justifica-se pela necessidade de entender as alterações de competências necessárias para a atuação do trabalhador de acordo com as tecnologias da Indústria 4.0. A partir do momento que essas alterações são compreendidas, recrutamentos serão mais assertivos, além de direcionar programas de treinamento a oferecer qualificação de acordo com o que as empresas demandam.

Portanto, para atingir o objetivo deste trabalho, venho solicitar a sua valiosa contribuição em responder ao questionário em anexo, sendo você escolhido devido ao seu trabalho com tecnologias da Indústria 4.0. Sua participação é importante para entender quais Competências Socioemocionais e Técnicas são necessárias para a Indústria 4.0.

Desde já, agradeço a sua valorosa contribuição e caso necessite algum contato para suprir dúvidas ou saber mais a respeito da minha pesquisa, disponibilizo meu e-mail e telefone abaixo.

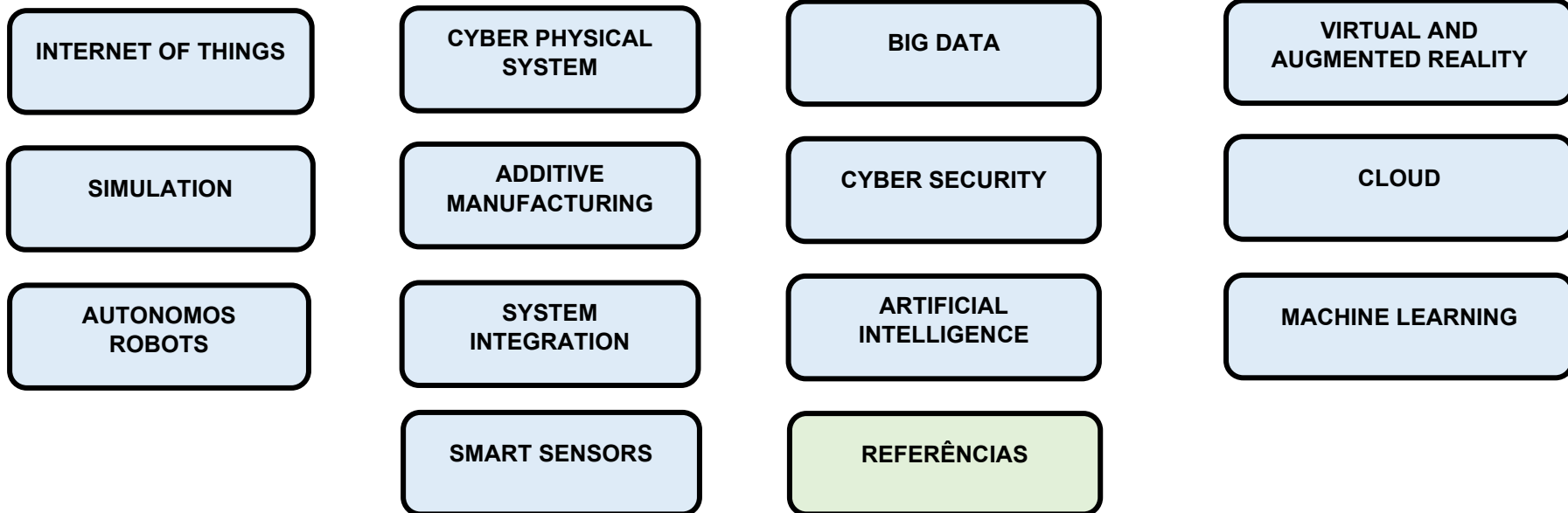
Tempo Médio de Resposta: 10 minutos (leitura das instruções e resposta de 1 aba, demais abas 5 minutos cada).

**Leonardo Breno Pessoa da Silva**

**Email: [leonardos.1995@alunos.utfpr.edu.br](mailto:leonardos.1995@alunos.utfpr.edu.br) / [leonardobrenopessoa@hotmail.com](mailto:leonardobrenopessoa@hotmail.com). Telefone: +55 (94) 99163-6746.**

As transformações ocasionadas pela Indústria 4.0 vem modificando os requisitos de trabalho e as competências exigidas pelo mercado. Essa pesquisa tem por objetivo determinar quais competências são importantes de acordo com cada tecnologia impulsionadora proveniente da Indústria 4.0. Portanto, para que tenhamos respostas concretas, a sua opinião como especialista no trabalho com algumas dessas tecnologias é muito importante. Cada aba possui uma lista de Competências Socioemocionais e Competências Técnicas para atribuir a escala Likert de 1 a 5 (1 = Sem Importância; 2 = Pouca Importância; 3 = Média Importância; 4 = Importante; 5 = Muito Importante) separado por cada tecnologia. Portanto, solicito sua participação para a construção do conhecimento relacionado a esse tema, respondendo as tecnologias dos quais utiliza em seu trabalho e/ou pesquisa. Os quadros são compostos pela competência, autores referências, uma breve descrição, a coluna de atribuição da resposta e um espaço para comentário que deseje repassar ao pesquisador. Ao final do Quadro, uma estrutura está pronta para que você possa sugerir outras competências. Se for do seu interesse, a última aba deste questionário possui a lista de referências utilizada neste estudo.

INFORMAÇÕES INICIAIS		
Respondente:	Maior Titulação:	
Segmento da Empresa:	Tempo de Atuação com Indústria 4.0:	
Cargo Atual:	Tempo de Atuação:	



<b>TECNOLOGIA IMPUSIONADORA</b>					
<b>Competências Socioemocionais</b>	<b>Referências</b>	<b>Autores</b>	<b>Breve Descrição</b>	<b>Escala</b>	<b>Comentários (Não Obrigatório)</b>
Resolução de Problemas	34	[7] [8] [9] [11] [12] [14] [18] [19] [20] [21] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [31] [33] [34] [36] [37] [40] [41] [43] [44] [46] [53] [54] [55] [59] [60] [62] [63]	Capacidade dos trabalhadores na identificação de erros e resolução de problema de forma eficaz.		
Comunicação	33	[4] [5] [7] [8] [9] [11] [12] [18] [19] [21] [23] [24] [26] [27] [29] [30] [32] [34] [37] [40] [44] [46] [49] [50] [53] [55] [56] [57] [58] [59] [61] [62] [63].	Capacidade de compreender e repassar informações em equipes multidisciplinares.		
Criatividade	30	[5] [7] [8] [11] [14] [18] [19] [20] [21] [23] [24] [25] [26] [29] [31] [32] [33] [34] [37] [40] [43] [46] [51] [53] [54] [56] [57] [58] [59] [60] [61] [62].	Capacidade de encontrar soluções criativas e inovadoras constantemente.		
Trabalho em Equipe	30	[3] [5] [7] [8] [11] [18] [19] [21] [24] [25] [27] [29] [30] [31] [32] [33] [35] [37] [38] [39] [40] [41] [46] [47] [50] [53] [55] [61] [62] [63].	Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares no ambiente empresarial ou de forma colaborativa com outras empresas.		
Aprendizagem ao Longo da Vida	26	[9] [11] [12] [18] [19] [20] [21] [24] [25] [27] [29] [30] [33] [34] [40] [41] [46] [50] [53] [54] [55] [58] [59] [61] [62] [63].	Capacidade de busca contínua no processo de aprendizagem e progresso de conhecimento.		
Liderança	25	[5] [7] [8] [11] [13] [21] [24] [25] [27] [30] [33] [34] [37] [38] [39] [40] [44] [46] [48] [53] [54] [56] [58] [60] [61] [63].	Capacidade de inspirar, motivar e canalizar atividades para atingir objetivos organizacionais.		
Flexibilidade ou Tolerância Ambígua	22	[1] [5] [9] [10] [11] [13] [19] [20] [21] [24] [25] [28] [30] [33] [39] [40] [43] [45] [46] [60] [62] [63].	Capacidade de trabalhar em multifunções, sendo aberto a novas ideias e responder prontamente a mudanças.		
Pensamento Crítico	19	[8] [11] [14] [18] [23] [27] [33] [34] [40] [41] [43] [49] [53] [58] [59] [60] [61] [62] [63].	Capacidade de usar o raciocínio para identificar qual melhor solução para determinado problema.		

Tomada de Decisão	19	[2] [10] [11] [12] [14] [18] [20] [21] [24] [27] [31] [34] [40] [43] [48] [57] [58] [62] [63].	Capacidade de analisar informações e escolher as melhores soluções.		
Inteligência Emocional	14	[13] [14] [19] [25] [27] [33] [40] [43] [46] [59] [60] [61] [62] [63].	Capacidade em lidar com emoções e sentimentos e sua capacidade de gerencia-las no ambiente de trabalho.		
Competência Analítica	12	[9] [21] [24] [25] [27] [31] [33] [37] [40] [41] [46] [60].	Capacidade de estruturar, examinar e analisar grande quantidade de dados gerados.		
Adaptabilidade	11	[1] [11] [24] [33] [34] [40] [41] [55] [58] [61] [63].	Capacidade de se adaptar a novos cenários e/ou transformações.		
Compromisso e Cooperação	10	[9] [21] [33] [40] [41] [42] [54] [56] [57] [61].	Capacidade de trabalhar em colaboração e com compromisso com as tarefas desempenhadas.		
Ética ou Integridade	9	[7] [8] [18] [19] [21] [27] [30] [33] [40]	Capacidade de seguir conduta em ambiente de trabalho e zelar pela integridade de pessoas e dados.		
Interculturalidade	6	[19] [21] [30] [33] [40] [61]	Capacidade de interagir com pessoas de diversas origens culturais de forma eficaz.		
Autonomia ou Iniciativa	6	[9] [11] [39] [60] [61] [63].	Capacidade de buscar soluções por iniciativa própria, sem influência externa.		
Pensamento Empreendedor	5	[8] [21] [33] [40] [54]	Capacidade de criar soluções, aproveitando oportunidades anteriormente não vistas pela empresa.		
Rede de Contatos (Network)	5	[21] [24] [30] [40] [62]	Capacidade em manter contato com profissionais que auxiliem na utilização de novas tecnologias.		
Transferência de Conhecimento	5	[21] [24] [30] [31] [47]	Capacidade de transferir conhecimento aos demais trabalhadores.		
Resiliência ou Trabalho sob Pressão	5	[7] [13] [21] [30] [53]	Capacidade de trabalhar em ambientes de pressão e com altas cobranças.		

Resolução de Conflitos	4	[21] [24] [25] [44]	Capacidade de lidar com problemas e posicionamento frente a conflitos.		
Negociação	4	[33] [40] [59] [62]	Capacidade de mediar negociações para chegar a um consenso entre as partes interessadas.		
Empatia	3	[46] [58] [61]	Capacidade em assumir a perspectiva e a situação do outro e entender suas dores e sentimentos.		
Pensamento Sustentável	2	[21] [30]	Capacidade de entender, apoiar e participar de iniciativas sustentáveis da empresa.		
Auto Confiança	1	[61]	Capacidade de confiar em si mesmo mediante os desafios impostos pela empresa.		
Pensamento Digital	1	[63]	Capacidade de entender e aproveitar os benefícios das tecnologias digitais.		

<b>TECNOLOGIA IMPUSIONADORA</b>					
<b>Competências Técnicas</b>	<b>Referências</b>	<b>Autores</b>	<b>Breve Descrição</b>	<b>Escala</b>	<b>Comentários (Não Obrigatório)</b>
Programação/Codificação	18	[1] [11] [19] [21] [24] [27] [30] [33] [37] [40] [46] [55] [57] [58] [59] [60] [61] [63].	Capacidade e compreensão de criar padrões de comando em linguagem de computador, a ser interpretado pelas máquinas.		
CyberSegurança	11	[21] [24] [25] [28] [30] [33] [40] [52] [57] [62] [63].	Compreender e utilizar recursos de segurança para proteção de dados sigilosos.		
Literacia Digital	11	[3] [8] [9] [15] [33] [46] [55] [58] [59] [62] [63].	Compreende a capacidade mínima de operar com eficiência softwares e realizar tarefas no ambiente digital.		
Análise de Dados	11	[11] [14] [19] [29] [33] [40] [52] [55] [60] [62] [63].	Compreender e analisar grande quantidade de dados que permitam embasar a tomada de decisão.		
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	11	[19] [22] [27] [31] [33] [34] [40] [45] [51] [54] [55]	Capacidade para utilizar ferramentas de tecnologia da informação e comunicação no ambiente de trabalho (exemplo: chat e plataformas digitais).		
Competência com Mídias Inteligentes	8	[19] [21] [30] [33] [34] [40] [57] [60].	Compreender e utilizar mídias inteligentes no ambiente de trabalho (exemplo: óculos inteligentes)		
Entendimento sobre Processos Produtivos	8	[11] [21] [24] [28] [30] [31] [33] [57]	Compreender sobre processos produtivos complexos e seu fluxo de informação.		
Proficiência em uma segunda/terceira/quarta língua	7	[9] [11] [15] [19] [21] [24] [30].	Capacidade de comunicação com pessoas em diversas línguas.		
Pesquisa	6	[21] [24] [30] [58] [61] [63]	Capacidade de utilizar fontes confiáveis de aprendizagem, estruturação de informações e sistematização do conhecimento.		

Simulação	5	[11] [33] [39] [45] [46]	Compreender e utilizar simulações para otimizar processos e verificar propostas de melhoria (ex. simulações discretas, estocásticas e <i>Digital Twin</i> ).		
Gestão de Projetos	5	[15] [40] [46] [58] [61].	Capacidade de planejar, executar e acompanhar projetos.		
Inteligência Artificial	4	[33] [40] [60] [62]	Compreender a aplicação de técnicas de inteligência artificial para otimizar tarefas simples (ex.: <i>machine learning</i> , <i>fuzzy</i> e <i>deep learning</i> ).		
Computação em Nuvem	4	[33] [40] [57] [60]	Capacidade para compreender e utilizar ferramentas de computação em nuvem (ex.: <i>cloud</i> , <i>fog</i> e <i>edge</i> ).		
Internet das Coisas	4	[11] [33] [46] [62]	Capacidade de trabalhar com Internet das Coisas, entendendo seus padrões e protocolos de usabilidade.		
Big Data	4	[11] [40] [60] [62].	Capacidade de trabalhar com grande volume de dados, que permitem análises preditiva, prescritiva, descritiva ou diagnóstica.		
Reparo e Manutenção	4	[11] [57] [58] [63]	Capacidade para a execução de manutenção e reparo para máquinas e equipamentos.		
Orientação a Serviços	3	[40] [60] [62].	Compreender e atuar de acordo com as necessidades de mercado para encontrar soluções viáveis.		
Software de Impressão 3-D	3	[30] [33] [63].	Capacidade técnica para trabalhar com softwares de impressão 3D.		
Sistema de Realidade Aumentada	2	[33] [45].	Compreende a capacidade de trabalhar com sistemas de realidade aumentada.		
Desenvolvimento de Aplicativo	2	[40] [63].	Compreende a capacidade de desenvolver aplicativos para mobile.		

Desenvolvimento de Software	2	[33] [62]	Capacidade de utilizar ferramentas e técnicas para desenvolvimento de programas e softwares nos problemas da empresa.		
Estatística	2	[11] [40]	Capacidade de utilizar ferramentas estatísticas em problemas da empresa.		
Arquitetura de Computadores	2	[11] [63]	Capacidade de compreender a estrutura operacional e característica dos computadores.		
Robôs Autônomos	1	[33]	Capacidade de compreender e utilizar robôs autônomos, compreendendo sua estrutura e operacionalização.		
Administração de base de dados	1	[63]	Capacidade de compreender e utilizar administradores de bases de dados.		
Sistemas e Sensores Embarcados	1	[40]	Capacidade de compreender e utilizar sistemas e sensores embarcados.		
Machine Learning	1	[60]	Capacidade de compreender e utilizar <i>machine learning</i> .		
Lógica Matemática	1	[63]	Capacidade de compreender e utilização de lógicas matemáticas para resolução de problemas nas empresas.		