

**UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
DOUTORADO**

LILIAN WATARAI

**A Relação das Competências, da Prontidão Tecnológica Individual
e do Comportamento de Inovação Individual do Futuro Profissional
no Cenário da Indústria 4.0**

**São Caetano do Sul
2024**

LILIAN WATARAI

**A Relação das Competências, da Prontidão Tecnológica Individual
e do Comportamento de Inovação Individual do Futuro Profissional
no Cenário da Indústria 4.0**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Municipal de São Caetano do Sul como requisito para a obtenção de título de Doutora em Administração.

Área de Concentração: Gestão e Regionalidade

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Farina

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS).

**São Caetano do Sul
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA

Watarai, Lilian.

A Relação das Competências, da Prontidão Tecnológica Individual e do Comportamento de Inovação Individual do Futuro Profissional no Cenário da Indústria 4.0 / Lilian Watarai – 2024.

202 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Farina

Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS, São Caetano do Sul, 2024.

1. Indústria 4.0. 2. Competências 4.0. 3. Prontidão Tecnológica. 4. Comportamento de Inovação Individual. 5. Inovação. I. Farina, Milton Carlos. II. A Relação das Competências, da Prontidão Tecnológica Individual e do Comportamento de Inovação Individual do Futuro Profissional no Cenário da Indústria 4.0.

Reitor da Universidade Municipal de São Caetano do Sul

Prof. Dr. Leandro Campi Prearo

Pró-Reitora de Pós-Graduação e Pesquisa

Profª Drª Maria do Carmo Romeiro

Gestor do Programa de Pós-Graduação em Administração

Prof. Dr. Eduardo de Camargo Oliva

Tese de doutorado defendida e aprovada em 05/08/2024 pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Milton Carlos Farina (Orientador) – Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS

Prof. Dr. Edson Keyso de Miranda Kubo – Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS

Prof^a Dr^a Luísa Veras de Sanches-Guimarães – Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS

Prof^a Dr^a Anne Cristine Chinellato – Universidade Federal do ABC - UFABC

Prof. Dr. Marcos Antônio Gaspar – Universidade Nove de Julho - Uninove

Agradecimentos

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação da Universidade Municipal de São Caetano do Sul e a todos os funcionários que contribuíram para viabilizar a realização da pesquisa de Doutorado.

Agradeço à Universidade Municipal de São Caetano do Sul pela concessão de bolsa de estudo parcial, que viabilizou a realização deste trabalho.

Agradeço ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, em especial ao Ricardo Figueiredo Terra, à Cássia Regina Souza da Cruz, ao Rodrigo Veloso, à Sandra Rodrigues da Silva Chang e aos colaboradores que contribuíram para viabilizar a realização da pesquisa.

Aos professores que aceitaram o convite em participar da banca examinadora da qualificação e da tese, obrigada pelas valiosas contribuições.

Agradeço ao Wagner Alves Carvalho por apoiar meus estudos e compreender minhas limitações.

Agradeço ao Edgard Gonçalves Cardoso pelo seu apoio e contribuições.

Agradeço às amigas Sandra Cristina Trevisan e Daiana de Miranda Brandão por todo o apoio e compreensão nos momentos mais difíceis durante essa jornada.

Em particular, gostaria de expressar minha mais sinceras e profunda gratidão ao meu orientador Prof. Dr. Milton Carlos Farina pela forma preciosa com que me conduziu durante todo o curso.

Agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

WATARAI, Lilian. **A Relação das Competências, da Prontidão Tecnológica Individual e do Comportamento de Inovação Individual do Futuro Profissional no Cenário da Indústria 4.0.** Universidade Municipal de São Caetano do Sul. São Caetano do Sul, SP, 2024.

RESUMO

A indústria da Quarta Revolução Industrial pode ser reconhecida pela sua elevada habilidade de interagir entre as áreas compreendidas no espaço manufatureiro, acompanhado pelo elevado nível que a Tecnologia da Informação e Comunicação é utilizada. As habilidades e competências do trabalhador devem se tornar a base para o êxito de uma indústria de inovação. Com isso, o objetivo geral deste trabalho consiste em identificar e avaliar o desenvolvimento de competências 4.0, da prontidão tecnológica individual e do comportamento de inovação individual requeridas pelo futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, segundo a visão de professores, instrutores e educadores atuantes nas escolas profissionalizantes, com cursos orientados para a Indústria 4.0. O lócus da pesquisa foi o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e os respondentes totalizaram 447 docentes. A pesquisa está dividida em duas fases. A primeira fase do estudo é quantitativa, em virtude de a pesquisa ser descritiva. Esta fase da pesquisa teve como objetivo testar as relações entre os constructos competências 4.0, prontidão tecnológica individual e comportamento de inovação individual com a utilização de equações estruturais estimadas por mínimos quadrados parciais (PLS-SEM). A segunda fase é qualitativa e teve como objetivo explorar o tema para compreendê-lo em sua totalidade, por meio de entrevistas com especialistas em Indústria 4.0 que avaliaram os resultados da pesquisa quantitativa. Os resultados mostraram que os indicadores mais significativos foram Pensamento Analítico/Crítico, Controle de Qualidade, Adaptabilidade e Flexibilidade, e Análise/Visão Sistêmica para o construto Competências 4.0; E-Learning, Valor da Tecnologia da Informação e Comunicação, Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação, e Novas Habilidades em Tecnologia da Comunicação e Informação para o construto Prontidão Tecnológica Individual; Explorando Novas Oportunidades, Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço, e Defesa de uma Nova Ideia para o construto Comportamento de Inovação Individual. Para preparar os futuros profissionais, as instituições devem fornecer recursos e apresentar as tecnologias e as competências da Indústria 4.0, incentivando e desenvolvendo um comportamento de inovação. Os formuladores de políticas de ensino profissional e tecnológico, assim como a alta direção das instituições devem focar no desenvolvimento técnico de futuros profissionais para as competências, conhecimento, habilidades e atitudes da Indústria 4.0, bem como o comportamento de inovação, uma vez que esses fatores possuem impacto positivo na prontidão tecnológica dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0.

Palavras-chave: indústria 4.0; competências 4.0; prontidão tecnológica individual; comportamento de inovação individual; inovação.

WATARAI, Lilian. **The Relationship of Skills, Individual Technological Readiness and Individual Innovation Behavior of the Professional Future in the Industry 4.0 Scenario.** University of Sao Caetano do Sul. Sao Caetano do Sul, SP, 2024.

ABSTRACT

The industry of the Fourth Industrial Revolution can be recognized by its high ability to interact between the areas included in the manufacturing space, accompanied by the high level at which Information and Communication Technology is used. The worker's skills and competencies must become the basis for the success of an innovation industry. Therefore, the general objective of this work is to identify and evaluate the development of 4.0 skills, individual technological readiness and individual innovation behavior required by future professionals in the Industry 4.0 scenario, according to the vision of teachers, instructors and educators working in professional schools, with courses aimed at Industry 4.0. The locus of the research was the National Industrial Learning Service – SENAI and the respondents totaled 447 teachers. The research is divided into two phases. The first phase of the study is quantitative, as the research is descriptive. This phase of the research aimed to test the relationships between the constructs 4.0 competencies, individual technological readiness and individual innovation behavior using structural equations estimated by partial least squares (PLS-SEM). The second phase is qualitative and aimed to explore the topic to understand it in its entirety, through interviews with experts in Industry 4.0 who evaluated the results of the quantitative research. The results showed that the most significant indicators were Analytical/Critical Thinking, Quality Control, Adaptability and Flexibility, and Analysis/System Vision for the Competencies 4.0 construct; E-Learning, Value of Information and Communication Technology, Application of Information and Communication Technologies, and New Skills in Information and Communication Technology for the Individual Technological Readiness construct; Exploring New Opportunities, Ability to Adopt a New Product/Service, and Advocating for a New Idea for the Individual Innovation Behavior construct. To prepare future professionals, institutions must provide resources and present Industry 4.0 technologies and skills, encouraging and developing innovative behavior. Vocational and technological education policymakers, as well as senior management of institutions, should focus on the technical development of future professionals for Industry 4.0 skills, knowledge, skills and attitudes, as well as innovation behavior, since these factors have a positive impact on the technological readiness of future professionals in the Industry 4.0 scenario.

Keywords: industry 4.0; skills 4.0; individual technological readiness; individual innovation behavior; innovation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMAQ	Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
AVE	Average Variance Extracted
CB-SEM	Covariance Based Structural Equation Modeling
CPS	Cyber Physical Systems
CR	Composite Reability
CRM	Customer Relationship Management
EAD	Educação a Distância
GPS	Global Positioning System
HSD	Honestly Significant Difference
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
LSD	Least Significant Difference
M2M	Machine-to-Machine
MIT	Massachussetts Institute of Technology
MLE	Maximum Likelihood Estimation
PLS-SEM	Partial Least Squares-Structural Equation Modeling
RFID	Radio Frequency Identification
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
VB-SEM	Variance Based Structural Equation Modeling
VIF	Variance Inflation Factor

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Revoluções Industriais	29
Figura 2 - Características da Indústria 4.0	33
Figura 3 - Principais tecnologias da Indústria 4.0.....	37
Figura 4 - Tecnologias habilita	42
Figura 5 - Mudanças de perfil de trabalho e competências.....	50
Figura 6 - Habilidades e competências atribuídas ao trabalhador na Indústria 4.0...57	
Figura 7 - Competências presentes no Quadro de <i>Soft Skills</i> do SENAI	66
Figura 8 - Delineamento da pesquisa.....	84
Figura 9 - Estrutura institucional do SENAI	88
Figura 10 - Modelo conceitual de Competências 4.0, Comportamento de Inovação Individual e Prontidão Tecnológica Individual	93
Figura 11 - Modelo de mensuração.....	147
Figura 12 - Resultado do cálculo do valor dos coeficientes de caminho	151
Figura 13 - Teste de Sobel.....	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pilares tecnológicos da Indústria 4.0.....	35
Quadro 2 - Formas de desenvolvimento de competências	55
Quadro 3 - Novas profissões.....	58
Quadro 4 - Classes de competências fundamentais para o trabalho	60
Quadro 5 - Habilidades para a Indústria 4.0.....	62
Quadro 6 - Competências requisitadas do trabalhador	64
Quadro 7 - Competências para a Indústria 4.0.....	67
Quadro 8 - Indicadores do comportamento de inovação individual.....	70
Quadro 9 - Indicadores para a prontidão na Indústria 4.0	76
Quadro 10 - Diretriz teórica	78
Quadro 11 - Matriz de amarração	90
Quadro 12 - Indicadores de Competências 4.0, Comportamento de Inovação Individual e Prontidão Tecnológica Individual	94
Quadro 13 - Termos iniciais e termos atuais.....	99
Quadro 14 - Frequência estatística dos indicadores	115
Quadro 15 - Indicador X Formação	142
Quadro 16 - Múltiplas comparações.....	144
Quadro 17 - Indicadores omitidos	149
Quadro 18 - Avaliação do modelo estrutural	150
Quadro 19 - Indicadores do modelo estrutural	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características relevantes da Terceira Revolução Industrial	32
Tabela 2 - Mudanças que causam disrupção na Indústria 4.0	35
Tabela 3 - Principais competências para 2015, 2020 e 2025	65
Tabela 4 - Sistema S	87
Tabela 5 - Modalidades e cursos de educação profissional do SENAI	89
Tabela 6 - Gênero dos respondentes	102
Tabela 7 - Faixa etária	102
Tabela 8 - Grau de escolaridade	103
Tabela 9 - Município de atuação	103
Tabela 10 - Tempo de atuação	105
Tabela 11 – Tempo de atuação X Faixa etária.....	113
Tabela 12 - Matriz de correlação entre as variáveis latentes (n=447)	147
Tabela 13 - Matriz de cargas fatoriais (n=447)	149
Tabela 14 - Mediação com efeitos diretos e indiretos	153
Tabela 15 - Média das notas	157

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Formação X Gênero Feminino	107
Gráfico 2 - Formação X Gênero Masculino	107
Gráfico 3 - Ensino superior tecnológico X Tempo de atuação.....	108
Gráfico 4 - Ensino superior bacharelado X Tempo de atuação.....	109
Gráfico 5 - Ensino superior licenciatura X Tempo de atuação.....	110
Gráfico 6 - Pós-graduação especialização X Tempo de atuação.....	111
Gráfico 7 - Pós-graduação mestrado X Tempo de atuação	112
Gráfico 8 - Pós-graduação doutorado X Tempo de atuação	113
Gráfico 9 - Criatividade.....	116
Gráfico 10 - Pensamento analítico/crítico.....	117
Gráfico 11 - Resolução de problemas complexos	118
Gráfico 12 - Julgamento e tomada de decisão	119
Gráfico 13 - Habilidades de manutenção e reparo	120
Gráfico 14 - Controle de qualidade.....	122
Gráfico 15 - Tecnologias da Indústria 4.0.....	123
Gráfico 16 - Adaptabilidade e flexibilidade	124
Gráfico 17 - Inovação	125
Gráfico 18 - Análise/visão sistêmica.....	126
Gráfico 19 - Explorando novas oportunidades	127
Gráfico 20 - Nova geração de ideias	128
Gráfico 21 - Capacidade de adotar um novo produto/serviço	129
Gráfico 22 - Defesa de uma nova ideia.....	130
Gráfico 23 - Implementação de novas ideias	131
Gráfico 24 - Capacidade de resolução de problemas	132
Gráfico 25 - Construção de redes	133
Gráfico 26 - Colaboração	134
Gráfico 27 - Compartilhamento de conhecimento	135
Gráfico 28 - Operação baseada em dados	136
Gráfico 29 - <i>E-learning</i>	137
Gráfico 30 - Abertura para novas tecnologias	138
Gráfico 31 - Valor da tecnologia da informação e comunicação	139
Gráfico 32 - Aplicação das tecnologias da informação e comunicação.....	140
Gráfico 33 - Nova habilidade em tecnologia da informação e comunicação	141

SUMÁRIO

1	Introdução	17
1.1	Problemas de Pesquisa	21
1.2	Objetivos.....	22
1.2.1	Objetivo Geral	22
1.2.2	Objetivos Específicos.....	22
1.3	Justificativa e relevância do trabalho	23
1.4	Estrutura da Tese	27
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	Revoluções Industriais.....	28
2.1.1	Primeira Revolução Industrial	29
2.1.2	Segunda Revolução Industrial	30
2.1.3	Terceira Revolução Industrial	31
2.1.4	Quarta Revolução Industrial	32
2.2	Principais tecnologias	36
2.2.1	Sistemas Ciberfísicos	37
2.2.2	Internet das Coisas	38
2.2.3	Big Data	38
2.2.4	Computação em nuvem	39
2.2.5	Segurança da informação.....	39
2.2.6	Robôs autônomos.....	40
2.2.7	Sensores.....	40
2.3	Fundamentos da Indústria 4.0	44
2.3.1	Digitalização	44
2.3.2	Integração.....	44
2.3.3	Modularização	45
2.3.4	Interoperabilidade	45
2.3.5	Virtualização	46
2.3.6	Capacidade em tempo real.....	46
2.3.6	Descentralização das estruturas de produção	47
2.3.7	Reutilização dos equipamentos	47
2.3.8	Orientação aos serviços	47
2.3.9	Escalabilidade.....	48

2.4	Mudanças no perfil do trabalhador para atuação na Indústria 4.0	48
2.4.1	O fator humano	52
2.5	Competências do profissional para atuação na Indústria 4.0	53
2.5.1	Criação de competências	55
2.5.2	Competências exigidas para o futuro profissional	59
2.6	Comportamento de Inovação Individual	68
2.7	Prontidão tecnológica do profissional na Indústria 4.0	73
2.8	Orientação teórica da pesquisa	78
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	80
3.1	População e Amostra	84
3.3.1	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)	85
3.2	Matriz de Amarração	90
3.3	Modelo Conceitual e Indicadores	92
3.4	Instrumentos de coleta de dados.....	97
3.4.1	Validação do instrumento de pesquisa	98
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	101
4.1	Fase quantitativa	101
4.1.1	Caracterização do perfil dos respondentes.....	101
4.1.1.1	Gênero.....	102
4.1.1.2	Faixa etária	102
4.1.1.3	Grau de escolaridade.....	103
4.1.1.4	Município em que o docente atua no SENAI – SP	103
4.1.1.5	Tempo em que o docente atua no SENAI – SP.....	105
4.1.1.6	Principais considerações acerca da caracterização dos respondentes	106
4.1.1.7	Formação X Gênero	106
4.1.1.8	Formação X Tempo atuação	108
4.1.1.9	Tempo de atuação X Faixa etária	113
4.1.1.10	Principais considerações sobre as análises realizadas entre formação, gênero, tempo de atuação e faixa etária	114
4.1.2	Análise descritiva das questões relacionadas aos indicadores	115
4.1.2.1	Criatividade (CO01)	116
4.1.2.2	Pensamento analítico/crítico (CO02)	117
4.1.2.3	Resolução de problemas complexos (CO03)	118
4.1.2.4	Julgamento e tomada de decisão (CO04)	119

4.1.2.5	Habilidades de manutenção e reparo (CO05)	120
4.1.2.6	Controle de qualidade (CO06)	121
4.1.2.7	Tecnologias da Indústria 4.0 (CO07)	122
4.1.2.8	Adaptabilidade e flexibilidade (CO08)	123
4.1.2.9	Inovação (CO09)	124
4.1.2.10	Análise/visão sistêmica (CO10)	125
4.1.2.11	Explorando novas oportunidades (CII01)	126
4.1.2.12	Nova geração de ideias (CII02)	127
4.1.2.13	Capacidade de adotar um novo produto/serviço (CII03)	128
4.1.2.14	Defesa de uma nova ideia (CII04)	129
4.1.2.15	Implementação de novas ideias (CII05)	130
4.1.2.16	Capacidade de resolução de problemas (CII06)	131
4.1.2.17	Construção de redes (CII07)	132
4.1.2.18	Colaboração (PR01)	133
4.1.2.19	Compartilhamento de conhecimento (PR02)	135
4.1.2.20	Operação baseada em dados (PR03)	135
4.1.2.21	<i>E-learning</i> (PR04)	136
4.1.2.22	Abertura para novas tecnologias (PR05)	138
4.1.2.23	Valor da tecnologia da informação e comunicação (PR06)	139
4.1.2.24	Aplicação das tecnologias da informação e comunicação (PR07)	139
4.1.2.25	Nova habilidade em tecnologia da informação e comunicação (PR08)	140
4.1.2.26	Principais considerações acerca dos indicadores	141
4.1.2.27	Indicador X Formação	142
4.1.3	Modelagem de equações estruturais	146
4.2	Fase qualitativa	154
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	165
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
	REFERÊNCIAS	175
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE PESQUISA – QUESTIONÁRIO	192
	APÊNDICE B – INSTRUMENTO DA PESQUISA – ROTEIRO DA ENTREVISTA	202

1 INTRODUÇÃO

As revoluções industriais marcaram a história da indústria, cada revolução com sua respectiva contextualização histórica. Em ordem consecutiva, as revoluções refletem o aparecimento de uma nova era onde os trabalhadores migraram para as cidades para iniciar seus trabalhos nas fábricas, houve o começo da produção de bens ordenados nas linhas de produção, iniciando, assim, a produção em massa, logo após veio a inclusão de maquinarias e equipamentos que impulsionaram a fabricação de produtos manufaturados (Carvalho, 2019). A manifestação de tecnologias de informação e comunicação atualizadas estabelece o fundamento do aperfeiçoamento do trabalho que ainda está por vir (Sajovic, 2020).

Historicamente, as revoluções industriais se caracterizam por transformações e mudanças com reflexos significativos para o homem. Isto pode ser observado numa linha do tempo de três fases e características que marcaram a produção industrial (Souza, 2021). A primeira fase da revolução industrial iniciou-se na Inglaterra em meados do século XVIII, onde sua principal característica é a invenção e a produção das máquinas a vapor que revolucionaram, principalmente, o sistema de transporte. Assim, as locomotivas e os navios trouxeram grande impulso para o sistema capitalista, evidentemente, também ocasionou características negativas, como o aproveitamento abusivo da mão de obra e condições precárias de trabalho (Schwab, 2016).

A segunda fase teve início nos Estados Unidos no final do século XIX, trazendo novas tecnologias utilizadas nos meios de transporte e nas máquinas industriais, contando como principais fontes de energia o uso do petróleo e da energia elétrica (Schwab, 2016). Segundo Schwab (2016), ao final da Segunda Guerra Mundial, inicia-se a terceira fase da revolução industrial. Decorre-se o uso da energia nuclear, a utilização da informática e o aprimoramento das condições de trabalho e direitos trabalhistas, ocasionando uma abordagem menos injusta para o sistema capitalista.

No ano de 2011 foi mencionada pela primeira vez a denominação Indústria 4.0 na Alemanha (Sajovic, 2020). A expressão foi citada na Feira de Hannover, sendo definida como a próxima transformação no universo das indústrias. Tendo como finalidade conectar e aplicar os métodos e os recursos da informática nas fábricas convencionais, melhorando a adaptação, eficiência dos recursos e

integrando os processos entre as fábricas. A indústria da Quarta Revolução Industrial pode ser reconhecida pela sua elevada habilidade de interagir entre as áreas compreendidas no espaço manufatureiro, acompanhado pelo elevado nível que a Tecnologia da Informação e Comunicação é utilizada, bem como sua associação vertical e horizontal, o rápido tempo de retorno de suas demandas externas e internas e sua disponibilidade de dados que dizem respeito à organização e seus artefatos através de um conjunto de *softwares* na rede aos seus *stakeholders* (Carvalho, 2019).

A Indústria 4.0 pode ser vista como uma combinação de automação com sistemas que seguem os recursos peculiares da cultura digital: uso da tecnologia de sensores, conjunto de elementos interligados com base em conhecimento, versatilidade e adaptação nos processos e mudança da especialização (vertical) para o processo (horizontal) (Mazali, 2018). A Indústria 4.0 possui como princípio fundamental a integração horizontal e a vertical. A integração horizontal refere-se à digitalização, integração e troca de dados entre toda a cadeia de valor, desde o fornecedor até o consumidor final. A integração vertical refere-se à digitalização, integração e troca de dados entre todos os níveis de produção (Nowotarski; Paslawski, 2017).

Desde o aparecimento da manufatura, o trabalho humano obteve relevância e espaço na indústria. Porém, com o decorrer do tempo, de sua complexidade, do dinamismo e das demandas que abrangem o ambiente organizacional, a força do trabalhador tem sido empregada, estabelecida, remodelada, remanejada e distribuída de diversas maneiras com vistas ao atendimento pleno das necessidades intrínsecas e extrínsecas de uma empresa (Carvalho, 2019). Com a Indústria 4.0 há a previsão de aumento da intensidade para o desenvolvimento científico e técnico. Para a preservação da competitividade, o homem moderno deve procurar capacitação e aumentar o nível de qualificação. Para se adaptar às transformações das circunstâncias do mercado de trabalho, presume-se que os colaboradores permaneçam em constante aprimoramento de suas competências, suas habilidades e capacitações (Bogoviz, 2019).

A característica da Indústria 4.0 é determinada pela comunicação, conexão e interações em tempo real entre máquinas, pessoas e produtos (Schwab, 2016). Ela desenvolve um modelo de fabricação inteligente personalizado e digitalizado para fornecer alta flexibilidade para satisfazer rapidamente as demandas dos clientes.

Devido à necessidade de novas exigências de trabalho, as organizações devem recrutar novos funcionários que tenham as competências necessárias para as novas exigências de trabalho. Além disso, as organizações devem aumentar a qualificação dos seus atuais recursos humanos. As habilidades e as competências proporcionam aos funcionários o desempenho eficaz de seu trabalho e incluem os requisitos e comportamentos necessários para um alto desempenho no trabalho (Ada; Ilic; Sagnak, 2021).

Os desafios principais podem estar concentrados em questões como treinamento e cultura digital, onde todos os colaboradores precisam se comportar e pensar como provenientes do mundo digital, com disposição para experimentar tecnologias novas e assimilar novos modelos operacionais (Lee; Lee; Chou, 2017). As demandas e os desafios atuais demonstram a importância do desenvolvimento e da capacitação dos recursos humanos, evidenciando que a indústria 4.0 não trata somente de tecnologia (Sajovic, 2020).

Com a Indústria 4.0 houve a criação de novas estruturas de atividades funcionais para as novas tecnologias de trabalho. Nesse panorama pode-se requisitar instrução multidisciplinar que abrange tecnologia da informação e comunicação e implicando novos modelos de aprendizagem e ensino para os profissionais (Sackey; Bester; Adams, 2017). As habilidades e competências do trabalhador devem se tornar a base para o êxito de uma indústria de inovação. Por esta razão, as empresas devem estar focadas no desenvolvimento de profissionais qualificados, e os trabalhadores precisarão de algum tipo de “reciclagem”, treinamento ou atualização, principalmente com relação às novas tecnologias (Benešová; Tupa, 2017).

Com a qualificação dos trabalhadores ocorrerão mudanças nos mais diversos níveis do sistema produtivo e tais modificações podem ocorrer desde o chão de fábrica até o nível gerencial, aumentando a complexidade do trabalho. Para lidar com essa complexidade os profissionais deverão se capacitar e qualificar por meio de novas maneiras e métodos (Sajovic, 2020).

Competências profissionais são as principais habilidades necessárias para que os indivíduos apoiem suas carreiras. Além de ter informações adequadas necessárias para realizar bem as tarefas e atividades, os indivíduos também precisam prestar atenção em aprimorar suas competências profissionais. As competências profissionais podem ser aprimoradas pelos indivíduos de forma

independente ou buscando apoio e assistência de outros. Em alguns casos, quando os indivíduos se concentram em enriquecer competências profissionais, eles procuram instituições educacionais e centros de treinamento (Suprastayasa *et al.*, 2024).

O comportamento de prontidão para o trabalho tem quatro fatores que afetam a tomada de decisão de carreira: fatores individuais, fatores ambientais, fatores de aprendizagem e fatores de habilidades. Esses fatores têm o potencial de afetar a seleção de carreira de indivíduos que decidirão entrar para o mundo do trabalho. A prontidão para o trabalho também é vista como um esforço para fortalecer o futuro profissional que se prepara em termos de conhecimento, habilidades, atitudes e valores (Setiaji *et al.*, 2020).

Para alguns estudiosos na Indústria 4.0 a inovação começa com as pessoas. O processo de inovação é o mais importante na criação do comportamento de inovação individual. O comportamento de inovação não é apenas uma ideia, mas também o comportamento individual relacionado à geração de ideias, promoção de ideias e implementação de ideias (Nofrita *et al.*, 2020).

O comportamento de inovação individual se refere à geração de ideias novas e úteis sobre produtos, práticas, serviços ou procedimentos (Luo; Wang; Tong, 2020). Para os autores, o comportamento de inovação individual se divide em geração de ideias inovadoras e implementação de ideias inovadoras. A geração de ideias inovadoras se refere à busca individual por oportunidades de inovação para melhorar produtos, tecnologias, processos de trabalho e serviços organizacionais e gerar ideias ou soluções para essas oportunidades; a implementação de ideias inovadoras ocorre quando os indivíduos alocam recursos, persuadem outros a apoiar a inovação e integrar atividades de inovação nas operações diárias da empresa.

De um modo geral, a prontidão é considerada a capacidade de aproveitar as oportunidades do futuro, mitigar riscos e desafios, tornar-se duro e flexível na resposta de distúrbios desconhecidos no futuro. Uma das orientações da Indústria 4.0 no modelo de prontidão é o domínio das competências 4.0 (Juwita *et al.*, 2020).

O produto proveniente deste trabalho pode contribuir para o entendimento do que se aguarda para o estabelecimento da atividade desempenhada pelo homem no cenário da Indústria 4.0. Além de contribuir para futuras pesquisas relacionadas ao trabalho humano.

1.1 Problemas de Pesquisa

A Indústria 4.0 manifesta-se objetivando o desenvolvimento de manufaturas inteligentes, visando à solução das dificuldades enfrentadas pelas indústrias e trazendo outras vantagens, além da melhoria da produtividade (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013). Diversos desafios estão envolvidos no desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil, sendo possível citar alguns deles: investimento em máquinas e equipamentos e/ou atualização dos existentes, alteração de *layout*, reestruturação dos processos, alteração na maneira de relacionamento entre as empresas ao longo da cadeia produtiva, aparecimento de novas profissões, desenvolvimento de novos produtos, entre outros. Poucas empresas estão preparadas para as mudanças necessárias e tais mudanças são essenciais para a alavancagem das indústrias (Oliveira; Simões, 2017).

A necessidade de capacitação por parte dos profissionais auxilia na absorção de novas concepções de tecnologia, com ênfase no conceito da Indústria 4.0, que entre diversas características trata da mão de obra adequada com disponibilidade ao aprendizado; do social/interpessoal com soluções criativas para desafios no meio social; do proativo pela habilidade em propor respostas funcionais; e as competências relativas ao poder de compreensão das tecnologias que vinculam vários dispositivos de informática para que se comuniquem entre si, assim como processamento e análise de dados (Erol *et al.*, 2016).

Tendo em mente que a concepção da Indústria 4.0 se caracteriza pela inovação tecnológica, podem-se considerar inúmeras lacunas relacionadas às tecnologias abrangidas e as que podem surgir, bem como as consequências destas na concorrência das organizações. Outras capacidades e a qualificação dos colaboradores tornar-se-ão peças fundamentais nesse meio onde o trabalhador deve estar habilitado para enfrentar o conjunto tecnológico, oriundas das tecnologias provenientes da Indústria 4.0. Com isso, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: Quais as competências requeridas para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0 que contribuem para sua prontidão tecnológica individual e no seu comportamento de inovação individual, segundo a visão de professores, instrutores e educadores de escolas profissionalizantes, em cursos orientados para a Indústria 4.0?

1.2 Objetivos

Considerando o problema de pesquisa formulou-se o objetivo geral e os objetivos específicos, que possuem como propósito a delimitação do que se intenciona pesquisar e fazer a descrição das etapas e procedimentos que orientarão o encaminhamento do estudo e sua realização.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar e avaliar o desenvolvimento de competências, da prontidão tecnológica individual e do comportamento de inovação individual requeridas para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, segundo a visão de professores, instrutores e educadores nas escolas profissionalizantes, em cursos orientados para a Indústria 4.0.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, fundamentais para se cumprir o objetivo geral da pesquisa, foram definidos os seguintes:

1. Identificar o perfil dos professores, instrutores e educadores do SENAI que ministram cursos orientados para a Indústria 4.0;
2. Identificar e avaliar o desenvolvimento do futuro profissional com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual no cenário da Indústria 4.0, na visão de docentes que ministram cursos relacionados ao tema Indústria 4.0;
3. Avaliar a relação entre as competências 4.0, o comportamento de inovação individual do profissional e a prontidão tecnológica individual;
4. Identificar os principais indicadores de competências 4.0, de comportamento de inovação individual e de prontidão tecnológica individual para o futuro profissional;
5. Identificar como os especialistas avaliam o desenvolvimento dos futuros profissionais com relação às competências 4.0, o

comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual.

1.3 Justificativa e relevância do trabalho

As empresas vêm enfrentando dificuldades com as inúmeras tecnologias que estão à disposição, como a tecnologia da comunicação e da informação, assim as organizações e os trabalhadores, de uma maneira geral, não estão aptos para a utilização bem-sucedida das tecnologias e dos conceitos da Indústria 4.0 (Prinz *et al.*, 2016).

Observa-se que a indústria atua como um possível abrangedor do empenho da produção humana, com o surgimento de outro modelo industrial onde há um grande conjunto de tecnologias estabelecidas em maquinários inteiramente eficazes e com atuação física e virtual, que recebem e transmitem informações que podem determinar diversas atividades da fabricação. Com isso, concede-se relevância particular tanto para a pesquisa quanto para o contexto da Indústria 4.0, com o propósito de que não apenas as máquinas estejam preparadas para receber e enfrentar tantas alterações que causam ruptura, como também os indivíduos, que possivelmente serão os que experimentarão com maior profundidade os efeitos da Indústria 4.0 ou a chamada Quarta Revolução Industrial (Carvalho, 2019).

Desenvolver o capital humano de maneira que se possa sustentar e com vistas à partilha daquilo que se conhece como componente dos bens das relações profissionais possibilita que as organizações conduzam sua adequação rumo à Indústria 4.0 (Longo; Nicoletti; Padovano, 2019). Entende-se como capital humano uma série de ações que objetivam a instrução tanto educacional como profissional de determinados indivíduos, sendo também uma maneira de denominar as habilidades e aptidões pessoais, permitindo obter uma renda (Sandroni, 1999). O capital humano abrange tanto as considerações mais amplas de recursos humanos do mercado de trabalho quanto os requisitos mais específicos de competência individual na forma de conhecimento, habilidades e atributos das pessoas (McGregor; Tweed; Pech, 2004).

A Indústria 4.0 pode ser percebida como uma tendência, dado que, na realidade, ainda não está totalmente consolidada e de maneira uniformizada na vivência organizacional. Destaca-se a necessidade de que na conjuntura da Quarta

Revolução Industrial se insira a formação educacional dos trabalhadores, e assim adquirir atenção de estudos científicos e de ações organizacionais de maneira que os direitos, oportunidades, ameaças, esforços e limitações possam ser identificados com o intuito de disseminar conhecimento relacionado a esse modelo industrial seja voltado às pessoas, assim como prepará-las para os momentos oportunos e desafiadores dessa indústria (Carvalho, 2019). O acesso a meios externos de aprendizagem e cooperações em capacitações possibilita que as organizações obtenham a compreensão para desenvolver soluções e procedimentos adequados imprescindíveis para a transformação rumo à Quarta Revolução Industrial (Stachová *et al.*, 2019).

A transição da Terceira Revolução Industrial para a Quarta Revolução Industrial não é um procedimento em que estão envolvidos apenas gastos, benefícios empresariais, tecnologia adequada, como também seu desenvolvimento e aquisição, entre outros fatores. Há o envolvimento da base da indústria, que busca o propósito de sua existência, que estabelece diretrizes para o atingimento de seus objetivos, que aplica seu potencial criativo de áreas funcionais em técnicas efetivas, que dissemina seus recursos disponíveis de acordo com aquilo que é necessário mutuamente, que resolve as dificuldades críticas que maquinários e equipamentos não são capazes de resolver. A base que os aspectos citados anteriormente se referem são as pessoas (Carvalho, 2019).

Em um ambiente altamente complexo existe a necessidade de profissionais capacitados, e a capacitação acompanha a modernização e as transformações organizacionais. Apesar de a indústria ter que efetuar a contratação de pessoas, capacitá-las, utilizar da melhor maneira suas competências, remunerá-las e encarregar-se dos direitos trabalhistas das pessoas, existe a necessidade de reflexão sobre o potencial de criação, inovação, coordenação, avaliação e tomada de decisão de maneira definitiva decorrente dos indivíduos (Lee; Lee; Chou, 2017). A junção de sistemas virtuais e máquinas pode produzir um agrupamento consistente de parâmetros concretos daquilo que foi realizado, daquilo que está sendo feito e daquilo que pode ser feito, porém a deliberação, por exemplo, da direção que uma proposta, ou a própria companhia seguirá é uma escolha que parte de cada indivíduo (Carvalho, 2019).

Os profissionais da Indústria 4.0 têm que adquirir novas responsabilidades, desenvolver habilidades de tomada de decisão e a capacidade de aplicar uma visão

global de todos os processos. Além disso, a formação contínua e as avaliações individuais são necessárias para gerir a mudança e as organizações devem antecipar as demandas de formação para enfrentar esses desafios e estar cientes das necessidades de formação ao longo da carreira dos profissionais (Cerezo-Narváez; Otero-Mateo; Pastor-Fernandez, 2017). As empresas precisam realizar investimentos na formação dos seus trabalhadores, no intuito de impedir a falta de trabalhadores adequadamente qualificados nos diversos níveis de produção onde há possibilidade de tratar com os pressupostos de compreensão de uma área que engloba progressos de tecnologia em alteração contínua, sendo importante reorganizar os métodos de educação voltados à manufatura, vinculando de maneira direta a indústria com as organizações educacionais (Mourtzis; Fotia; Boli, 2017).

Com isso, a pesquisa realizada na esfera da Quarta Revolução Industrial, com destaque no trabalhador, pode colaborar com a literatura acadêmica concernente à temática, com vistas à propagação de conhecimento referente a este, além de auxiliar trabalhos futuros que pesquisem sobre o mesmo tema. Com relação à esfera organizacional, o presente trabalho poderá auxiliar no conhecimento do que se almeja do trabalho executado pelas pessoas na Indústria 4.0, assim como para identificar as melhores práticas para o desenvolvimento de critérios de ações à capacidade e competências do trabalho realizado pelas pessoas.

No que tange ao delineamento, este estudo envolve, em seu escopo teórico, os temas: indústria 4.0, competências 4.0, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual.

O campo de pesquisa escolhido compreende a visão dos docentes do SENAI do Estado de São Paulo com relação ao desenvolvimento de competências, da prontidão tecnológica e do comportamento de inovação dos futuros profissionais dos cursos profissionalizantes no cenário da Indústria 4.0.

A pesquisa justifica-se, pois em levantamento bibliográfico apontou-se a necessidade de pesquisas envolvendo os temas competências, prontidão e comportamento de inovação relacionados à Indústria 4.0. Esse contexto relacional torna a pesquisa relevante por focar em uma relação de desenvolvimento de futuros profissionais no âmbito dos cursos profissionalizantes.

Este estudo foca na relação entre as competências desenvolvidas pelos futuros profissionais com a prontidão tecnológica individual e o comportamento de inovação individual percebidas pelos docentes que atuam em cursos

profissionalizantes do SENAI no cenário da Indústria 4.0. A pesquisa torna-se relevante, pois além de sua importância econômica e social, para a geração de profissionais no Estado de São Paulo, também reconhece-se a importância dos cursos profissionalizantes do SENAI nacionalmente.

Além disso, seus resultados irão proporcionar, para o campo da Administração, conteúdo sobre os temas competências, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual, para que gestores e acadêmicos possam refletir sobre as particularidades que envolvem essas relações.

Com relação ao levantamento bibliográfico observa-se que o tema prontidão está comumente relacionado à medição de maturidade e o comportamento de inovação está frequentemente associado à organização e não ao indivíduo. Foram encontrados poucos estudos que relacionam no cenário da Indústria 4.0 os temas competências, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual.

Realizou-se um levantamento bibliográfico por meio de consulta ao Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na *Web of Science* e no *Google Acadêmico*. O processo de busca deu-se pelo uso dos filtros: *TOPIC* (pesquisa título, resumo, palavra-chave e palavras-chave do autor), últimos 5 anos e com o operador *AND*, para permitir a combinação de expressões. O objetivo foi identificar as publicações relacionadas ao período sobre os assuntos foco deste estudo.

As seguintes expressões foram utilizadas para a busca: competências (*skills*), prontidão (*readiness*), comportamento de inovação individual (*individual innovation behavior*) e indústria 4.0 (*industry 4.0*). Com a busca foram localizados 80 artigos com apresentação das expressões utilizadas na busca no título, resumo ou palavras-chave.

Cabe ressaltar que o ineditismo está no fato de que há espaço para estudos envolvendo relações de desenvolvimento e aprendizado no cenário da Indústria 4.0. Necessário frisar que a pesquisa está voltada para a rede de ensino profissionalizante do SENAI, que atua em 35 unidades na Grande São Paulo e 53 unidades na Baixada Santista e Interior, o que torna a pesquisa significativa para compreender a dinâmica educacional profissionalizante no Estado de São Paulo.

1.4 Estrutura da Tese

Esta tese está dividida em cinco capítulos: Introdução, Referencial Teórico, Procedimentos Metodológicos, Resultados e Discussões, e Considerações Finais.

O primeiro capítulo apresenta a Introdução, além de reportar o problema de pesquisa, os objetivos propostos e a justificativa. O segundo capítulo apresenta aspectos pertinentes à temática do trabalho compondo o Referencial Teórico, onde o tema será abordado em uma revisão da literatura dirigida para a construção de um panorama sobre a Indústria 4.0. Com isso serão abordados as principais tecnologias e os fundamentos da Indústria 4.0, além de uma abordagem sobre competências para a Indústria 4.0, as mudanças no perfil do trabalhador, a prontidão na Indústria 4.0 e o comportamento de inovação individual.

A seguir, no capítulo 3, apresentam-se os aspectos metodológicos da pesquisa e sua classificação, contendo o tipo de pesquisa desenvolvida neste trabalho, as fases que ocorreram para se realizar a mesma e o detalhamento sobre a coleta e a análise de dados. O Capítulo 4 trata dos resultados atingidos com o trabalho, realização de análise dos retornos alcançados com a aplicação dos instrumentos de coleta de dados, os resultados da pesquisa de campo e a discussão em torno das respostas obtidas.

Por fim, o Capítulo 5 trata das Considerações Finais da pesquisa realizada, discussão e contribuições da pesquisa, limitações encontradas no desenvolvimento da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os assuntos relacionados ao tema da tese, a saber: as revoluções industriais, as tecnologias relevantes da Indústria 4.0, as renovações no perfil do trabalhador, as principais competências para a Indústria 4.0, a inovação individual e a prontidão na Indústria 4.0. Observa-se que o propósito não foi o de esgotar todas as publicações relacionadas aos temas, mas apresentar um breve cenário das produções e contribuições provenientes das pesquisas que fundamentam este trabalho.

Mudanças radicais na fabricação foram os resultados observados já na primeira revolução industrial, iniciando em máquinas a vapor e água até a geração automatizada com uso da eletricidade e tecnologia eletrônica. Os métodos de manufatura se tornam mais complexos, mecanizados e sustentáveis, o que reflete na operação de máquinas de forma simplificada, eficaz e constante (Wahlster, 2012).

Os autores Drath e Horch (2014), Lasi *et al.* (2014), Ford (2015) e Schmidt *et al.* (2015) apresentam as primeiras publicações sobre a expressão “Indústria 4.0”, onde diversas instituições da Europa de estudos científicos em manufatura elaboraram pesquisas relacionadas a essa temática, ressaltando que, no contexto das fábricas inovadoras, a produção consistia na troca de dados entre equipamentos monitorados e elementos produtivos operando de maneira engenhosa e com autonomia em trabalho conjunto. Porém, os autores apresentam visões diferentes sobre as condições necessárias e específicas da Indústria 4.0 e sua plena execução nas inúmeras funcionalidades do conhecimento técnico e científico nas indústrias.

Perante o exposto, este trabalho apresenta os tópicos da revisão bibliográfica e abrangerá a especificação das três revoluções industriais já ocorridas, a Indústria 4.0 e o perfil do profissional neste contexto industrial.

2.1 Revoluções Industriais

As Revoluções Industriais não devem ser apresentadas apenas pelos inventos e criações relacionados a fontes de energia, materiais, máquinas ou métodos. Porém, esses elementos possuem substancial importância para o avanço da economia. Máquinas como os moinhos hidráulicos já existiam, porém a

disseminação das máquinas identifica e diferencia essa fase em comparação às precedentes (Dathein, 2003). A Figura 1 apresenta as revoluções industriais que já aconteceram e suas principais características.

Figura 1 – Revoluções Industriais



Fonte: Adaptado de Carvalho (2019, p. 47)

2.1.1 Primeira Revolução Industrial

A Primeira Revolução Industrial foi incentivada com a origem das máquinas a vapor e o seu grande idealizador foi Adam Smith, que também elaborou o Liberalismo Econômico (De Masi, 1999).

A Primeira Revolução Industrial perdurou até o final do século XIX e no decurso dessa etapa ocorreram alterações consideráveis. A produtividade das fábricas e demais segmentos dos bens de consumo foram expandidos a outros países, além da Inglaterra. No meio do século XIX ocorre a renovação nos meios de

transporte e nas comunicações, englobando a disseminação das ferrovias, dos serviços telegráficos e das navegações transoceânicas movidas a vapor em navios com casco de aço. As tarefas realizadas para adiante das regiões fronteiriças, tidas como uma mistura de negócio e aventura, são providenciadas e incorporadas de modo comercial e financeiro coerentemente ao crescimento das empresas (Guedes; Rosário, 2011).

As atividades nas fábricas tornam-se mecanizadas e segmentadas em atividades específicas. Trabalhadores da agricultura e do artesanato passam a oferecer sua mão de obra para as fábricas por remuneração salarial. Diante dessa nova conjuntura, há o surgimento de duas classes sociais, a primeira é denominada de burguesia, que detém os métodos produtivos da indústria, sendo classificada como endinheirada e sedenta em consumir, a outra são os operários ou proletariados, sendo composto por trabalhadores que asseguravam a força de trabalho indispensável para a fabricação de bens e serviços. Esse período ficou marcado pela valorização da produção industrial, onde o conjunto de empregados assalariados enfrentavam extensos expedientes de trabalho e sem direitos ou garantias sociais e trabalhistas (Lassance; Sparta, 2003).

2.1.2 Segunda Revolução Industrial

Por volta da segunda metade do século XIX inicia-se a Segunda Revolução Industrial, e ocorreram diversos desenvolvimentos na indústria de petróleo e aço, elétrica e química, além de outros progressos importantes como o desenvolvimento do avião, dos navios de aço movidos a vapor, a comida enlatada, a produção em massa de bens de consumo, a refrigeração mecânica, podemos citar também os métodos de conservação e a origem do telefone eletromagnético. Nos Estados Unidos associa-se a Segunda Revolução Industrial com a gestão da ciência aplicada, estabelecido por Frederick Winslow Taylor (Contreiras, 2015).

A Primeira Revolução Industrial ocorreu com base nos metais como o ferro e na geração de energia pelo vapor da queima do carvão, já a Segunda Revolução foi fundamentada na energia elétrica e no aço, decorrendo significativos progressos nos meios de comunicação, na ciência química e na aplicação do petróleo. Contudo esses aperfeiçoamentos não substituíram completamente os anteriores, uma vez que a sua plena utilização teve efetividade somente no século XX (Dathein, 2003).

A eletricidade cooperou, na Segunda Revolução Industrial, com a produção em grandes quantidades do potencial produtivo do trabalhador, e os ciclos de luz do dia e breu da noite não eram mais referência para a produção. Nessa época as atenções para as relações trabalhistas começaram a ser concedidas, promovendo discussões até os dias atuais (Quintaneiro; Barbosa; Oliveira, 2002).

Mudanças nas organizações podem ser verificadas nesse período em que a força de trabalho era realizada por homens e animais e foi trocada por modernos equipamentos e maquinários. Para os autores, o modelo desenvolvido de capital-trabalho tinha como objetivo potencializar recursos, reduzir investimentos e obter maiores lucros. Esse processo pode ser considerado como o principal método impulsionador do padrão do capitalismo pós-moderno, atuando como suporte para os recentes modelos de gestão na área da indústria capitalista (Ossege; Garrafa, 2015).

2.1.3 Terceira Revolução Industrial

A década de 1970 deu início à Terceira Revolução Industrial, caracterizada pela evolução do capitalismo, a cooperação tornou-se o novo paradigma do sistema econômico, e os objetivos eram alcançados em conjunto. Com isso, houve aumento das contratações nas empresas, que tiveram seu crescimento impulsionado e obtiveram intensas articulações. Nesse período evidenciou-se uma negociação mais horizontal, mais flexível, as organizações se agruparam para conquistar ações econômicas mais específicas (Fidelis; Reis, 2017). Nessa época houve o desenvolvimento da operacionalização da economia financeira, sendo chamada de Economia de Mercado, com o acelerado avanço dos processos comunicacionais e dos meios de transporte, permitindo a incorporação universal da globalização (Contreiras, 2015).

A Terceira Revolução Industrial também pode ser reconhecida pelas tecnologias utilizadas no Japão em durante os anos de 1970, formada pelo conhecimento tecnológico desenvolvido para ser empregado em várias áreas biológicas, pela ciência que trata a informação por meio de computadores e de outros dispositivos de processamento de dados, pelas máquinas de controle numéricos computadorizados, microeletrônica e sistemas integrados à telemática (Contreiras, 2015).

A Tabela 1 apresenta as características relevantes da Terceira Revolução Industrial.

Tabela 1 - Características relevantes da Terceira Revolução Industrial

Características da Terceira Revolução Industrial
Utilização de fonte energética como petróleo, energia nuclear, energia hidrelétrica e energia eólica. Nos anos de 1990, houve um aumento na utilização dessas fontes energéticas e também o cuidado na diminuição na utilização de poluentes atmosféricos.
Utilização de recursos tecnológicos na produção manufatureira.
Diminuição dos trabalhadores, sendo trocados por computadores, maquinário e automação de processos.
Crescimento de direitos dos trabalhadores.
Globalização.
Progresso no campo de biotecnologia com a expansão produtiva e eficácia na produção de remédios e de modo consequente melhoria na qualidade de vida.
Surgimento de potências na indústria e na economia, como Alemanha, China e Japão.
No começo do século XXI houve a popularização de equipamentos tecnológicos, orientados para a fase da comunicação e <i>internet</i> .
Desde a década de 1980, a preocupação com o meio ambiente fez com que as indústrias adaptassem os processos de produção, minimizando os efeitos prejudiciais.
Fonte: Adaptado de Contreiras (2015, p. 85)

De acordo com Contreiras (2015) a Terceira Revolução Industrial teve como principais efeitos: avanço e progresso nas áreas tecnológicas e de ciências; fortalecimento do sistema capitalista financeiro; constituição e ampliação das multinacionais; eventual dispersão da indústria; flexibilização do trabalho e economia terceirizada.

2.1.4 Quarta Revolução Industrial

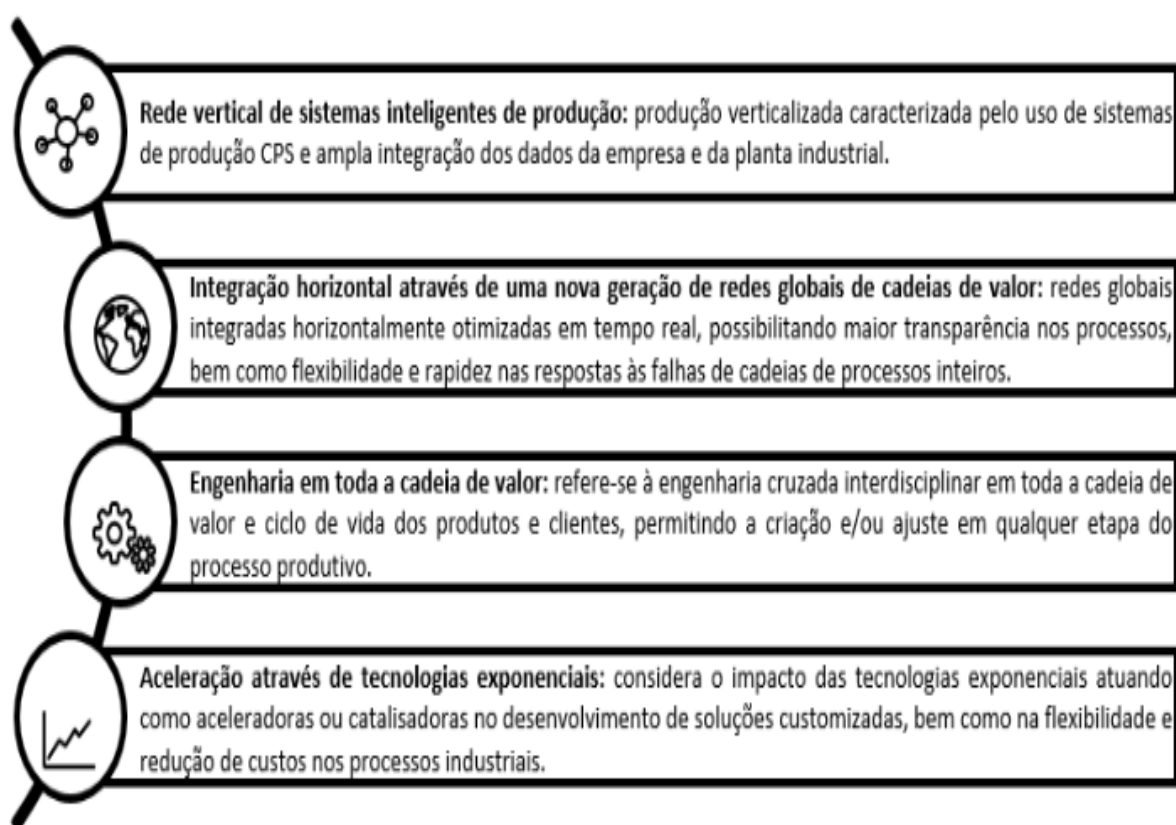
O termo Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial passou a ser disseminado em 2012 na Alemanha em uma das mais importantes feiras de tecnologia, a Hannover Messe. O termo é considerado relativamente novo e consiste em três partes: i) “Indústria” tendo como foco principal a produção de bens; ii) “4” identificando a Quarta Revolução Industrial; iii) “0” simbolizando a conexão entre internet e tecnologia (Brettel *et al.*, 2014).

Barbosa (2008) afirma que a Indústria 4.0 é uma extensiva modificação na produção industrial através da tecnologia e da internet com a indústria convencional.

A 4ª Revolução Industrial permite a incorporação dos processos relacionados a logística e produção, pois engloba todos os estágios da cadeia de valor, que vai desde a elaboração de produtos, simulações e reproduções dos requisitos estabelecidos da produção e pós-venda (Oliveira; Simões, 2017). Bem como a formação de valor nos diversos níveis, possibilita analisar quais as repercussões que as empresas enfrentarão nesse período. Isso posto, a revolução está além da digitalização, sobrepujando uma maneira complexa de inovação estruturada na conciliação e utilização de diversas tecnologias, proporcionando uma nova maneira de gerenciamento dos negócios e processos organizacionais (Coelho, 2016).

Silva e Olave (2020) apresentam quatro características que auxiliam na compreensão do potencial da capacidade de transformação da manufatura avançada, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Características da Indústria 4.0



Fonte: Silva e Olave (2020, p. 87)

Para o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2020) a Indústria 4.0 pode trazer benefícios nos níveis: i) Estratégicos, otimizando receitas, otimizando a sustentabilidade no campo ambiental, social e econômico, integrando a cadeia

produtiva, aumentando a competitividade e aumentando a capacidade adaptativa ao mercado; ii) Táticos, através da inovação e das fábricas, produtos e cadeia de suprimentos inteligentes, proporcionados pela integração das tecnologias de *Internet das Coisas* e Sistemas *Cyber-Físicos*; iii) Operacionais, operacionalização através de tecnologias habilitadoras, crescimento de produtividade, conectividade produtiva e avaliação em tempo real.

A Indústria 4.0 é uma recente composição do sistema industrial, tendo como alicerce a tecnologia e a conexão entre as grandezas físicas e as configurações virtuais, e essa conexão se torna possível com a utilização dos sistemas *Cyber Physical Systems* (CPS). Almada-Lobo (2015) ressalta que os sistemas *Cyber-Físicos*, a internet das coisas e a internet dos serviços, terão uma implicação significativa e importante em todas as vertentes que norteiam as empresas de manufatura (Almada-Lobo, 2015).

Diversos autores fizeram a identificação dos conceitos, dos recursos e das técnicas das novas fábricas, porém a pesquisa realizada por Kagermann, Wahlster e Helbig (2013) pode ser considerada um dos primeiros trabalhos a relacionar os atos necessários para a aplicação da Indústria 4.0. Os autores mencionam a tecnologia de identificação como facilitador fundamental para as *Smart Factories*, a *Internet of Things* (IoT), e ainda, a *Internet of Services* (IoS).

Os autores Hermann, Pentek e Otto (2015) afirmam que existem quatro elementos da Indústria 4.0, a saber: CPS, IoT, IoS, e *Smart Factories*. Posada *et al.* (2015) adicionam a Computação Visual para integrar as tecnologias fundamentais da Indústria 4.0, além da administração da análise das diferentes fases pelas quais um produto passa durante o período em que circula junto ao público; de artefatos computacionais que descrevem um domínio do conhecimento de forma estruturada; de *big data* industrial; de práticas de proteção de sistemas essenciais e informações sensíveis contra ataques digitais; de robótica inteligente com uso de Inteligência Artificial para estimular a colaboração entre pessoas e dispositivos; e o uso da tecnologia para controlar e tornar autônoma a execução de tarefas, funções e mecanismos com objetivo de otimizar a cadeia produtiva.

As tecnologias digitais possuem papel de destaque, com isso diversos estudos procuram elencar as tecnologias mais representativas da Quarta Revolução Industrial (Portal da Indústria). O Quadro 1 apresenta nove pilares tecnológicos da Indústria 4.0.

Quadro 1 - Pilares tecnológicos da Indústria 4.0

Tecnologia	Descrição
<i>Big Data e Analytics</i>	Arquitetura computacional sistematizada e digitalizada com alto potencial para o processamento e análise de extensos agrupamentos de dados de maneira precisa e imediata.
Cibersegurança	Sistemas estratégicos com padrões de governança de TI, confirmando a segurança e confiabilidade das comunicações e transação de dados, principalmente, para IoT e armazenamento em nuvem.
Fabricação Aditiva	Sistemas de impressão 3D que expandem as perspectivas de fabricação e customização de produtos, protótipos e peças específicas.
Integração de Sistemas	Sistema de integração horizontal e vertical das empresas, suas partes internas e <i>stakeholders</i> , criando uma cadeia de valor associado.
Internet das Coisas	Conecta dispositivos, máquinas, ambientes e objetos por meio de sensores e inteligência artificial, proporcionando a interação, compartilhamento e informações em tempo real.
Nuvem	Serviços voltados a dados armazenados virtualmente em um único local, aprimorando a <i>performance</i> de processamento, custo, tempo e eficiência nas comunicações.
Realidade Aumentada	Sistemas que suportam vários serviços, desde a operacionalização de processos e máquinas a distância a treinamento de colaboradores, por meio de dispositivos de realidade aumentada e virtual.
Robôs Autônomos	Uso de robôs com maiores habilidades de cooperação, flexibilidade, autonomia e interação homem-máquina, mediante o conceito de inteligência artificial.
Simulação	Simula processos, máquinas e produtos físicos no campo virtual, conferindo maior assertividade nas tomadas de decisão e otimização de recursos.

Fonte: Portal da Indústria (2022)

De acordo com o Portal da Indústria (2022), as tecnologias apresentadas no Quadro 1 são uma realidade em alguns sistemas de produção, porém, existe uma tendência para uma transformação nos fluxos de produção. Com isso, os produtores e fornecedores de sistemas necessitam tomar medidas decisivas que envolvam os pilares do avanço tecnológico. Para os autores, há necessidade, também, de adaptação da infraestrutura e da educação.

A quarta revolução industrial não trata somente de uma adversidade técnica, mas sim de um panorama que modificará consideravelmente a estruturação das organizações (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013). A Tabela 2 apresenta algumas visões para a mudança que causa disrupção na indústria 4.0.

Tabela 2 - Mudanças que causam disrupção na Indústria 4.0

Mudanças que causam disrupção na Indústria 4.0

Mudanças que causam disrupção na Indústria 4.0

Interatividade sociotécnica: meios produtivos independentes e com organização própria desempenham os métodos para planejar em cadeias de valor junto das organizações.

Produtos inteligentes: conhecimento dos produtos e do padrão operacional tolerável dos processos de produção. Estes podem ser reunidos com vistas à melhoria produtiva.

Produção individualizada: nova configuração com flexibilidade admite às organizações levar em consideração os atributos específicos dos clientes e dos produtos ao longo da proposta, esquematização, fabricação e reaproveitamento.

Controle autônomo: trabalhadores realizam a coordenação e configuração de meios inteligentes de produção baseados em objetivos delineados à situação.

Design do produto verifica as informações relativas ao produto: informações relativas ao produto representam um instrumento essencial para gerenciar seu período de vida.

Fonte: Adaptado de Kagermann, Helbig e Wahlster (2013, n.p.)

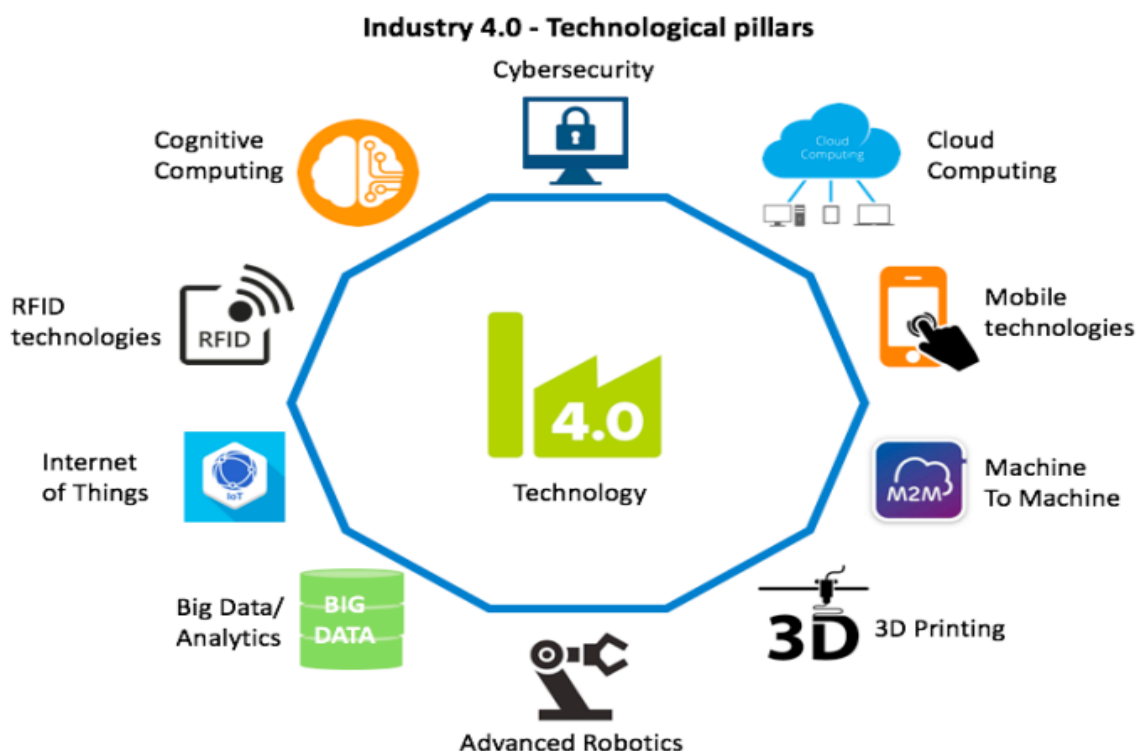
Um dos desafios da Indústria 4.0 é a disponibilidade de desenvolvimento tecnológico e a formação de profissionais qualificados, com preferência próximos à indústria (Silva; Olave, 2020). A próxima seção aborda as principais tecnologias utilizadas pelas empresas diante da Indústria 4.0.

2.2 Principais tecnologias

As empresas reconhecem que a disrupção tecnológica como dispositivos que usam sensores para medir alguma condição no seu ambiente e decidem o que fazer com base nas decisões pré-programadas ou computadas; como dispositivos que recebem dados do ambiente ao redor, usando recursos de computação interna para realizar funções predefinidas ao detectar dados específicos, processando esses dados antes de passá-los adiante; e também, como processos que produzem objetos ao adicionar material em camadas que correspondem a seções transversais sucessivas de um modelo 3D aceleram de modo exponencial a digitalização dos processos e de toda a sua gestão. Porém, a concordância de novas tecnologias pelos funcionários costuma ser uma dificuldade para as empresas (Müller; Kiel; Voigt, 2018).

A Figura 3 apresenta uma coletânea das tecnologias relevantes para a plena aplicação da indústria 4.0, com base na consolidação da visão de diversos autores e no que estes consideram como as tecnologias com maior relevância da Indústria 4.0 (Saturno *et al.*, 2018).

Figura 3 - Principais tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: Saturno *et al.* (2018, p. 188)

2.2.1 Sistemas Ciberfísicos

Cyber-Physical Systems (CPS) são sistemas em que os componentes de *software* e *hardware* são perfeitamente integrados para executar tarefas bem definidas. Os sistemas ciberfísicos integram detecção, computação, controle e rede em objetos físicos e infraestrutura, conectando-os à Internet e uns aos outros (Coelho, 2016).

Os Sistemas Ciberfísicos são considerados como a principal tecnologia da Indústria 4.0, utilizam sensores para a coleta de informações e controlam por meio virtual os procedimentos de serviços, engenharia, logística e produção. Esse sistema retrata um dispositivo onde *hardware* e *software* se comunicam, possibilitando que elementos diversos atuem de forma mútua em diferentes formas de comutar conhecimento (Zhong *et al.*, 2017). Ou seja, os Sistemas Ciberfísicos representam o conceito de capacidade de se conectar de forma inteligente e de se comunicar entre os equipamentos, uma vez que este pode ser considerado como um dos avanços da

tecnologia mais significativos e primordiais da Indústria 4.0 (Dóry; Waldbuesser, 2015).

A utilização de conjuntos ciberfísicos com instrumentos que possuem conexão em redes inteligentes na indústria permite uma flexibilidade das atividades, constituindo tarefas distribuídas em uma variedade de medidas de espaço, período e assunto. Com o aperfeiçoamento da tecnologia ocorrerá a alteração dos serviços e produtos e, assim, haverá a necessidade do desenvolvimento do trabalhador para outros fundamentos e competências (Bauer; Schlund; Vocke, 2018).

2.2.2 Internet das Coisas

O termo Internet das Coisas, “*Internet of Things (IoT)*”, refere-se a objetos físicos e virtuais ligados à internet, tem as suas raízes no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, quando, em 1999 um grupo desenvolvia o seu trabalho na área da identificação por rádio frequência (RFID) conectada. Desde então, tem sido impulsionada pelo aparecimento e uso generalizado de sensores cada vez mais pequenos e baratos, assim como um avanço nos dispositivos móveis, comunicações *wireless* e tecnologias *cloud* (Coelho, 2016).

A *Internet of Things (IoT)* é uma tecnologia que estabelece relação com sensores, dispositivos móveis, atuadores, sistemas de posicionamento global, identificação por radiofrequência, entre outros. Representa uma evolução que propicia a possibilidade para as organizações obterem informações das formas de utilização de seus produtos pelos clientes (Rymaszewska; Helo; Gunasekaran, 2017).

A *Internet* das Coisas pode ser definida como uma infraestrutura universal, que possui como apoio as tecnologias de informação e comunicação, permitindo tarefas avançadas ligando conjuntos virtuais e físicos (Xu; He; Li, 2014).

2.2.3 Big Data

O termo *Big-Data* diz respeito a grandiosos volumes de informações que são registrados a todo momento decorrente da presença de milhares de conjuntos de sistemas interligados à rede (IoT), que concebem informações no preciso momento sobre praticamente tudo e que se encontram disponíveis para todos (Coelho, 2016).

O aumento na quantidade de dados cresce dia após dia, bem como a competência na aplicabilidade e análise dessas informações também aumenta exponencialmente. Os dados analisados podem ter sua aplicação em setores como o de gestão de relacionamento com o cliente (CRM), operações, métodos produtivos, entre outros. Através dos processos e estudos de *big data*, existe a possibilidade de um fabricante conhecer parâmetros críticos de efeitos no padrão ou variabilidade de produtividade da sua empresa (Sajovic, 2020).

2.2.4 Computação em nuvem

A computação em nuvem oferece novas oportunidades e serviços através de instrumentos virtualizados e escalonáveis, com possibilidades de expansão da capacidade com baixo custo de implantação (Saxena; Pushkar, 2016). Um dos objetivos da computação em nuvem é a utilização de artifícios da computação para disponibilizar um serviço mais refinado aos aplicativos de *Big Data* (Chen; Mao; Liu, 2014).

Muitas empresas demandam diversos mecanismos de computação, como aplicações ou equipamentos dentro de um sistema computacional usados para armazenar e gerenciar dados de forma estruturada e componentes que auxiliam a tomar decisões, assim pode ocorrer o envio de dados insuficientes, redução na produção e limitação no processo produtivo (Xu; Xu; Li, 2018). Uma solução para essas demandas foi a criação da manufatura baseada em nuvem, permitindo-se a modularização e a direção de serviços na manufatura, cuja organização de sistemas e a distribuição de serviços e elementos possuem importância significativa (Moghaddam; Nof, 2018).

2.2.5 Segurança da informação

Na Indústria 4.0, a segurança da informação pode ser considerada como a principal ação na prevenção de redução de competitividade das organizações, uma vez que os equipamentos possuem vulnerabilidade a ataques cibernéticos, o que pode afetar totalmente o modelo de negócio (Lezzi; Lazoi; Corallo, 2018). Os cibercriminosos se caracterizam por ataques rápidos e sofisticados, pois se utilizam

de tecnologias como *Internet* das Coisas, Nuvens e Sistemas Ciberfísicos, para manifestar-se contra as demais conexões tecnológicas (Benias; Markopoulos, 2017).

Para a identificação dos ataques há a necessidade de utilização de algoritmos de análise em camadas, assim pode-se obter uma varredura completa do sistema com o objetivo de defesa e identificação dos acessos, porém sem o comprometimento da funcionalidade do sistema. No entanto, a segurança que envolve esses algoritmos não é comum, pois existe a necessidade de um processamento de *hardware* personificado, de modo que, mesmo as despesas com resoluções que vão de encontro com as manifestações para o ataque cibernético sejam significativas, estas refletem um reduzido dispêndio do que os prováveis prejuízos com a ausência das tecnologias de segurança (Thames; Schaefer, 2017).

2.2.6 Robôs autônomos

Desde a Terceira Revolução Industrial as organizações fazem uso de robôs em seus processos produtivos, porém com a nova revolução os robôs se tornaram cooperativos e autônomos. Para trabalhos que exigem precisão na fabricação de mercadorias em série e em áreas com restrição aos indivíduos, os robôs autônomos podem ser utilizados. Além do mais, também podem realizar tarefas dentro de prazos determinados e com foco na customização em massa (Vaidya; Ambad; Bhosle, 2018).

Os robôs podem auxiliar em áreas como *design*, eficiência energética, desempenho operacional e manutenção no intuito de realizar alterações e melhorias de funcionalidade. Além disso, o estabelecimento de protocolos de segurança é considerado essencial para os robôs autônomos, pois auxiliam os humanos no desenvolvimento de suas atividades. O aprendizado dos robôs deve ocorrer de maneira independente, adaptando-os ao ambiente em que estão inseridos e com o fim de assessorar os seres humanos. Com isso, os robôs se adequam aos setores e conseguem desempenhar seu papel nas organizações (Lee; Kao; Yang, 2014).

2.2.7 Sensores

Sensores são fontes de informação para o sistema de controle e dispositivos técnicos, que medem certas grandezas físicas e técnicas e as convertem em um

sinal que é transmitido remotamente e, posteriormente, processado. São vários sensores, câmeras e microfones do sistema de posicionamento global (GPS), formando o sistema nervoso digital. Esses dispositivos adquirem informações sobre posição, distância, movimento, velocidade, deslocamento, temperatura, seca, umidade, som, vibração, gases, produtos químicos, fluxo, força, carga, pressão, nível, eletricidade, aceleração inclinação, luz, etc. O uso de sensores em fábricas inteligentes tem muitas facetas. Para fazer pleno uso dos sensores, a disponibilidade de redes de sensores eficientes e acessíveis (como identificação por radiofrequência, RFID) é um pré-requisito. Com isso, criam-se peças e máquinas inteligentes, permitindo a comunicação ao mesmo tempo entre computadores, meios de trabalho e sistemas (Vrchota; Pech, 2019).

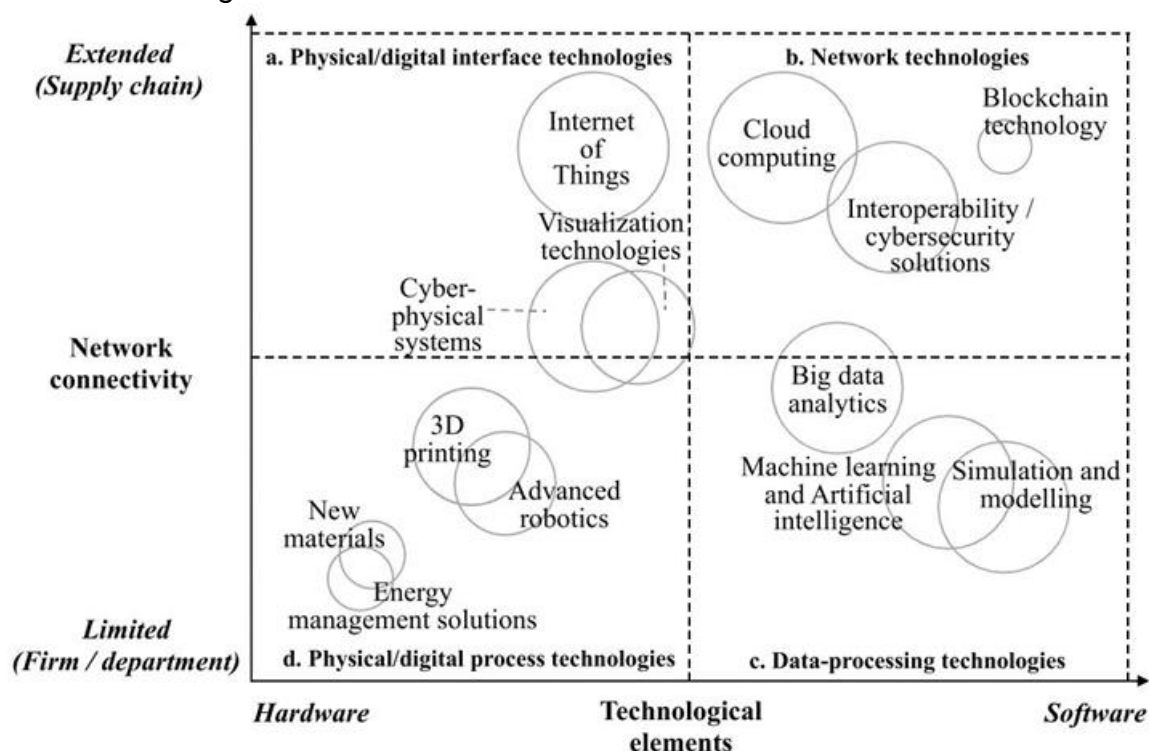
A tecnologia RFID é utilizada para identificar vários objetos em armazéns, salas de produção, empresas de logística, centros de distribuição, lojas de varejo e estações de descarte/reciclagem. A análise das atividades monitoradas pode ser usada para detecção de falhas e manutenção preditiva. Com base nas informações coletadas e também usando comunicação *machine-to-machine* (M2M), os recursos serão controlados remotamente para melhorar os processos industriais (Tan *et al.*, 2018).

Em uma tentativa de mapear os componentes tecnológicos da Indústria 4.0 foram identificados 1.211 elementos relacionados a 30 áreas disciplinares. A Indústria 4.0 não é sobre uma única invenção inovadora, mas compreende vários “elementos tecnológicos” que ainda estão evoluindo para novas tecnologias facilitadoras por convergência e combinação mútua (OECD, 2019).

Para entender os *drivers* tecnológicos da Indústria 4.0, realizou-se uma categorização com base na natureza da inovação tecnológica: i) integração entre o mundo físico e o digital; e ii) conectividade tanto localmente quanto com redes diretas universais (Culot *et al.*, 2020). Considerando essas duas tendências, os autores desenvolveram uma estrutura de duas matrizes. O eixo x mapeia cada tecnologia ao longo de um *continuum* de *hardware/software* com base na natureza de seus componentes. O eixo y considera o tipo de conectividade estruturalmente implicada por cada tecnologia, de limitada ou local a estendida ou global, refletindo assim seu potencial para ser aplicada em um nível amplo da cadeia de suprimentos, com o objetivo de obter uma melhor compreensão da relevância dessas duas tendências na configuração do fenômeno, realizando uma avaliação qualitativa e

colocando as principais tecnologias facilitadoras na matriz (Culot *et al.*, 2020). A Figura 4 apresenta as principais tecnologias habilitadoras agrupadas pela natureza de seus elementos tecnológicos e conectividade de rede (o tamanho da bolha é proporcional ao número de ocorrências nas definições dos autores).

Figura 4 - Tecnologias habilita



Fonte: Culot *et al.* (2020)

Culot *et al.* (2020) identificam um *cluster* para cada um dos quadrantes:

- As tecnologias de interface físico-digital (alta participação de componentes de *hardware*/conectividade de rede estendida) unem o ciberespaço à realidade das máquinas, produtos e pessoas no trabalho. O *cluster* inclui sistemas ciberfísicos e tecnologias de visualização como realidade aumentada, virtual e mista.
- As tecnologias de rede (alta participação de componentes de *software*/conectividade de redes estendida) fornecem funcionalidades *online*, como é o caso da segurança cibernética, computação em nuvem, tecnologia *blockchain* e soluções para interoperar.
- As tecnologias de processamento de dados (alta participação de componentes de *software*/baixo nível de conectividade) suportam a análise de dados e fornecem entrada orientada por informações para

controle e tomada de decisões. Essas tecnologias referem-se a simulação e modelagem, incluindo o “gênero digital”, aprendizado de máquina e inteligência artificial e análise de *big data*. Embora as tecnologias de processamento de dados possam ser operadas localmente, elas são cada vez mais fornecidas por meio de plataformas de computação em nuvem.

- As tecnologias de processo físico-digital (alta participação de componentes de *hardware*/baixo nível de conectividade) incluem equipamentos usados na produção, como impressão 3D e robótica avançada, como *co-bots*. Outras tecnologias mencionadas com menos frequência na literatura são intuitivamente físicas, como novos materiais ou soluções de gerenciamento de energia, mas nos últimos anos tornaram-se cada vez mais entrelaçadas com tecnologias digitais.

Atualmente, essas tecnologias geralmente são relatadas separadamente, porém são profundamente interdependentes em sua aplicação. Muitas das capacidades analíticas implícitas nos sistemas ciberfísicos e na *internet* das coisas são fornecidas por tecnologias de processamento de dados, muitas vezes oferecidas como aplicativos de serviço fornecidos por meio da computação em nuvem (Lee; Lee; Chou, 2017). As soluções de interoperabilidade e segurança cibernética garantem a oportunidade de estender sua aplicação dentro da empresa e com parceiros de negócios (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013). Novos materiais e *designs* imprimíveis em 3D são desenvolvidos por meio de soluções avançadas de simulação e modelagem. A robótica avançada alavanca o aprendizado de máquina e a inteligência artificial (OECD, 2019).

No geral, a *internet* das coisas e a computação em nuvem são as tecnologias mais mencionadas e, portanto, caracterizam o fenômeno juntamente com o *cluster* de tecnologias de processamento de dados, que também aparece com muita frequência nos diferentes rótulos. As definições do rótulo “Indústria 4.0” referem-se amplamente a sistemas ciberfísicos e soluções de interoperabilidade e segurança cibernética, que surgem repetidamente também em conexão com “fabricação inteligente” e “fabricação em nuvem” (Culot *et al.*, 2020).

A impressão 3D e a robótica avançada, embora ainda relevantes, aparecem em menor escala. Assim, como a tecnologia *blockchain* e novos materiais e

soluções de armazenamento de energia são pouco mencionados (Culot *et al.*, 2020). Devido à complexidade do tema, é necessário apresentar os fundamentos da Indústria 4.0.

2.3 Fundamentos da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 aparece em sua etapa preliminar de implantação, na qual organizações, universidades e institutos de pesquisa aprimoram manufaturas digitalizadas e conectadas. Para que isso ocorra, as manufaturas englobam noções elementares que não estão unicamente associadas tecnologicamente, mas também estão relacionadas à integração de relevância e criação de conhecimento (Villalba, 2021).

2.3.1 Digitalização

A digitalização possui relação com o grau de maturidade tecnológica da organização, isto é, a ligação entre o grau de aplicação de capital em tecnologia e a força para gerenciar a mudança, gerando uma modificação tecnológica no interior da empresa (Villalba, 2021). Dá origem a outras possibilidades na configuração e no apoio de procedimentos, manifestando resposta à maior pressão de custos, etapas de renovação menores, artefatos com maior complexidade e específicos, até mesmo adaptativos e cognitivos, necessidades de redução de energia e materiais de linha durante o processo de produção. Permite uma troca aprimorada de dados (também em tempo real) e *insights* na coordenação de processos e mapeamento de vantagens competitivas da corporação e na linha do tempo que acompanha o desenvolvimento do produto, o que leva ao aumento da produtividade e do volume de negócios, além de ser um facilitador importante para modelos de negócios revolucionários (Armengaud *et al.*, 2017).

2.3.2 Integração

A integração é considerada um princípio relevante para a Indústria 4.0, pois as Tecnologias da Informação e Comunicação e os Sistemas Ciberfísicos integram-se aos procedimentos para controlar e produzir, proporcionando o reaproveitamento

de ferramentas, moldes e metodologias que já existem (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013).

A integração compreende três categorias: i) Horizontal, união de diferentes organizações com diversos sistemas de Tecnologia da Informação nos procedimentos de manufatura e para planejar os negócios, direcionados a padronizar e colaborar; ii) Vertical, voltada aos conjuntos interligados de manufatura em rede e na produção com divisão do processo produtivo em trabalhos específicos que seguem uma sequência predefinida de *smart factories*, com colaboração em diferentes etapas; e iii) Ponta a Ponta, oferta de soluções com a utilização de ferramentas disponíveis em diversas áreas e com meios de comunicações e virtualizações por toda a cadeia de valor (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013).

A Indústria 4.0 necessita alcançar as três integrações relativas aos procedimentos produtivos e não apenas as integrações relativas às peças físicas que compõem um computador, o conjunto de programas e instruções que fazem o computador funcionar e os dados (Villalba, 2021).

2.3.3 Modularização

A modularização é uma estrutura dividida em outros sistemas com baixa relação em sua arquitetura, sendo utilizada para expandir a diversidade e diminuir o custo médio de produção à medida que aumenta a quantidade de produtos produzidos (Brettel *et al.*, 2014).

As fábricas inteligentes gerenciam as dificuldades da complexidade através da modularização de seus componentes e do processo autorregulador por meio de programas compatíveis com o processo. Através da flexibilidade do sistema modular, as fábricas conseguem aumentar ou reduzir a eficiência de sua linha de produção, gerando uma quantidade menor de resíduos em seu processo de fabricação (Villalba, 2021).

2.3.4 Interoperabilidade

Com o propósito de as organizações conquistarem suas finalidades de negociações e buscarem outras perspectivas de mercado, é necessário que desenvolvam a interoperabilidade, possibilitando, assim, que as organizações

realizem trocas e façam uso de informações para o alcance de suas finalidades habituais (Leal; Guédria; Panetto, 2019). Logo, a interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas trabalharem em conjunto, utilizando as funcionalidades uns dos outros, possibilitando trocas de dados e informações compartilhadas, sendo relevante quando satisfaz todos os níveis da organização (Kusiak, 2018).

Os sistemas precisam de interatividade com suas partes constituintes e, também, da versatilidade dos demais sistemas. Contudo, uma vez que os requisitos não acontecem, os grupos que atuam em interoperabilidade se tornam imposições que limitam a aplicação de inovações tecnológicas e o avanço da Indústria 4.0 em virtude da profundidade da padronização dos sistemas, componentes inteligentes e espaço ferramental (Nilsson; Sandin, 2018).

2.3.5 Virtualização

A virtualização pode ser considerada como um instrumento fundamental dos sistemas ciberfísicos na Indústria 4.0 (Martins; Costelha; Neves, 2019). Esse instrumento abrange um enfoque mais simplificado, podemos citar a coleta e disponibilização das informações, incluindo um enfoque integral, de acordo com uma reprodução digitalizada de um instrumento concreto, o chamado *digital twin*, ou seja, a reunião de uma série de tecnologias para espelhar o mundo real em simulações e desenvolvimento de projetos (Tao; Zhang, 2017).

Os sistemas virtualizados proporcionam uma diminuição na duração da execução de alterações, promovidas pelos planos hipotéticos no espaço onde é realizado todo o ciclo de produção, como também planejar o intervalo das manutenções (Strauß *et al.*, 2018).

2.3.6 Capacidade em tempo real

O objetivo da capacidade em tempo real está na atuação na manufatura dirigida e na potencialização do acordo produtivo baseado nos *Cyber-Physical Systems*. Nos sistemas ciberfísicos, *softwares* e *hardwares* estão interligados através de sensores e microprocessadores, com aplicabilidade em coletar, processar e transmitir informações, permitindo a interconexão simultaneamente entre pessoas, produtos e maquinário. Isso possibilita o provimento de um conjunto de dados, que

serão incorporados a uma sequência de atividades simultaneamente e podendo ter aplicação não importando o instrumento, seja qual for o local, a todo momento, para a tomada de decisões (Kocsi *et al.*, 2020).

2.3.6 Descentralização das estruturas de produção

A capacidade de complexos da indústria em realizar processos para deliberar de maneira independente é conhecida como descentralização das estruturas de produção, isso significa que o maquinário consegue deliberar sem a assistência de uma unidade de controle, simplificando as aplicações digitais (Meissner; Ilse; Aurich, 2017). Para que isso ocorra, os componentes organizam os dados e efetivam deliberações de maneira independente. Ademais, os componentes do sistema descentralizado estabelecem comunicação uns com os outros, o que garante segurança e confiabilidade (Poonpakdee; Koiwanit; Yuangyai, 2017).

2.3.7 Reutilização dos equipamentos

Um novo período produtivo surge com a Indústria 4.0, cujas organizações que não dispõem de equipamentos modernos e pertinentes com a produção modernizada encontrarão obstáculos de sobrevivência. As pequenas e médias empresas possuem diversas apreensões relacionadas à Quarta Revolução Industrial, em razão de altos gastos de capital e modificação de máquinas (Nsiah *et al.*, 2018).

Com isso, o reaproveitamento de máquinas é considerado como uma perspectiva de inserção na Indústria 4.0, possibilitando aplicação de capital de acordo com o potencial da organização. Assim, há a oportunidade de introdução tecnológica mais acessível nas instalações de indústrias o mais breve possível, tendo como resultado a redução das despesas produtivas e o crescimento da capacidade das máquinas (García; Cano; Contreras, 2020).

2.3.8 Orientação aos serviços

A concepção de arquitetura voltada para os serviços remete à conciliação dos quesitos de contratos de uma organização com as atividades da tecnologia da

informação, através do uso de uma plataforma que integre os serviços e assegure a todos os interessados o acesso a essas aplicações (Sbaglia; Giberti; Silvestri, 2019).

A arquitetura orientada aos serviços evidencia o desempenho dos procedimentos de produção como um agrupamento de atividades à disposição através da *Internet* dos Serviços (IoS), tornando o procedimento inteligente em virtude da busca de informações das tarefas realizadas por essas aplicabilidades (Al-Jaroodi; Mohamed; Jawhar, 2018).

2.3.9 Escalabilidade

O potencial de um conjunto produtivo em adequar o potencial manufatureiro é conhecido como escalabilidade, no qual máquinas e equipamentos são acrescentados ou retirados conforme as mudanças na necessidade do negócio (Accorsi *et al.*, 2021).

A escalabilidade é fundamental para a projeção de conjuntos com novas configurações produtivas que admitam melhorias em seu potencial, de forma rápida e economicamente viável. Além disso, é um princípio que possibilita o uso da competição financeira, onde um custo mercantil é criado para os estabelecimentos industriais (Villalba, 2021).

A seguir, devido a diversas alterações no ambiente tecnológico, há necessidade de se apresentar as mudanças no perfil do trabalhador, bem como o fator humano no cenário da Indústria 4.0.

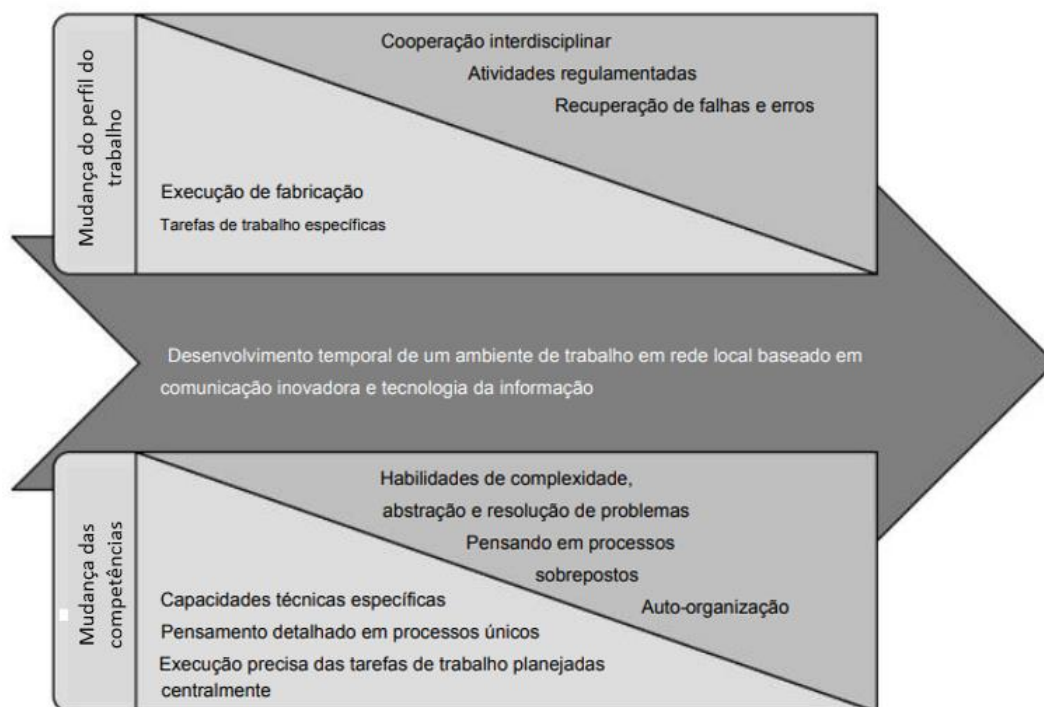
2.4 Mudanças no perfil do trabalhador para atuação na Indústria 4.0

Um novo ambiente de trabalho está sendo criado através da Indústria 4.0 e suas tecnologias, e há a exigência de novas qualificações e habilidades profissionais. Alterações no perfil de trabalho e diferentes requisitos estão se tornando realidade. As mudanças se caracterizam preferencialmente pela redução das atividades produtivas executivas e de trabalhos específicos. Por outro lado, o propósito das tarefas reguladoras, as atividades com vistas ao aprimoramento das irregularidades, resolução de contratempos e cooperação multidisciplinar estão se ampliando (Sajovic, 2020).

A inclusão das definições da Indústria 4.0 nos meios produtivos provoca alterações no desenho das tarefas para os funcionários. As atividades direcionadas para as tecnologias anteriores são transformadas em atividades voltadas para o processo com conteúdo que muda regularmente. Um dos propósitos da Indústria 4.0 está no foco dos indivíduos nos processos laborais, levando ao entendimento de procedimentos que passaram a funcionar por um sistema de mecanização e atividades manuais em processos compostos por elementos diferentes (Dombrowski; Wagner, 2014).

A Quarta Revolução Industrial não possui como objetivo a troca de pessoal no processo fabril, mas sim a criação de uma colaboração sinérgica entre humanos e máquinas. A automatização pode resultar em consequências favoráveis de segmento padrão de procedimentos de grande capacidade. Funcionários instruídos são necessários para executar tarefas manuais complicadas e para o controle e gerenciamento de equipamentos e procedimentos. Humanos e maquinários podem ser suplementares em um sistema sociotécnico e tirar proveito de seu potencial especial. Portanto, um número crescente de interfaces homem-máquina será necessário nos sistemas de produção industrial (Dombrowski; Wagner, 2014). A Figura 5 apresenta as mudanças de perfil do trabalho e das competências profissionais.

Figura 5 - Mudanças de perfil de trabalho e competências



Fonte: Traduzido de Dombrowski e Wagner (2014, p. 102)

Futuramente, o trabalhador terá que pensar em menor quantidade nos procedimentos específicos minuciosos e atividades agendadas e ordenadas centralmente. Atividades dos trabalhadores futuros requerem gradualmente um procedimento que abrange compreensão e organização própria do trabalho (Dombrowski; Wagner, 2014). Bogoviz (2019) afirma que na Indústria 4.0 as tarefas de trabalho mecanizadas e de rotina serão trocadas por tarefas do intelecto, conforme os procedimentos de rotina se tornam automatizados, levando ao crescimento da procura por tarefas do intelecto do indivíduo, que a inteligência artificial não consegue suceder em sua totalidade.

Provavelmente a Indústria 4.0 transformará significativamente os perfis de trabalho e habilidades como resultado de duas tendências. Em primeiro lugar, os processos de fabricação tradicionais caracterizados por uma divisão de trabalho muito clara serão agora incorporados numa nova estrutura organizacional e operacional e serão complementados por funções de tomada de decisão, coordenação, controle e serviço de apoio. Em segundo lugar, será necessário organizar e coordenar as interações entre o virtual e o real (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013).

Exercer uma atividade na Quarta Revolução Industrial também “requererá que os esforços de trabalho aprimorem constantemente outros conhecimentos e capacidades” (Beier *et al.*, 2020). Para os autores é necessário examinar as argumentações relacionadas a qualificações e exigências de atividades futuras, cujas habilidades em TIC, abertura, comunicabilidade e colaboração são denominadas de forma explícita como competências relevantes.

A condição fundamental de êxito para o futuro do trabalho pode ser representada pela combinação entre o mundo físico e o virtual (Bauer; Schlund; Vocke, 2018). Com isso, os setores de trabalho deverão se organizar e se conectar de maneira automática, onde as redes são formadas, os locais de trabalho se tornam inteligentes e os procedimentos de trabalho ficam mais flexíveis. Os autores relacionam algumas alterações aguardadas no relacionamento entre indivíduos e o meio ambiente em que se dá a atividade de trabalho:

- Conexão entre atividades produtivas e trabalhadores do conhecimento;
- Expansão de atividades indiretas superior a atividades diretas;
- Atividade especializada comum e com processos trocados por maquinário;
- Modernos meios de comunicação, colaboração e contribuição;
- Incremento na utilização de equipamentos para realização de tarefas e em tomadas de decisão;
- Novas premissas de qualificação profissional, como competências digitais.

No que diz respeito aos efeitos causados nas profissões e ocupações, o cenário da Quarta Revolução Industrial exigirá dos indivíduos a aplicação de habilidades e competências não muito exploradas nos sistemas tradicionais (Bruno, 2016).

Os sistemas técnicos, apesar de avançados, não conseguirão suprir completamente os conhecimentos, capacidades e habilidades humanas, assim, há probabilidade de valorizar o trabalho humano como parte fundamental da produção, estando as tecnologias como suporte e apoio na otimização das habilidades. Quanto mais elevado o nível de inteligência dos sistemas de produção, maior será o impacto associado aos indivíduos, que precisarão se apoiar em treinamentos para a utilização das ferramentas digitais e *softwares* (Kagermann; Helbig; Wahlster, 2013).

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial entende que a produção avançada vai além da adoção de novas tecnologias, como Inteligência Artificial e *Big Data*. Requer que os trabalhadores se qualifiquem em programação de maquinário complexo, implantem novos procedimentos e tomem decisões fundamentadas e em tempo real (SENAI, 2023a).

Para enfrentar as mudanças provocadas pela Indústria 4.0, verifica-se a necessidade de remodelar o processo de aprendizagem e desenvolver competências interdisciplinares para que os trabalhadores ampliem sua capacidade de resolução de problemas, criatividade e capacidade de inovação. Preparar os trabalhadores para assumir novos desafios, baseados em sistemas complexos, habilidades em análises e simulações avançadas, interfaces homem-máquina e tecnologias de informação e comunicação leva à melhoria da eficiência e desempenho da empresa, desenvolve competências (conhecimentos e habilidades) e reforça o capital humano (Kipper *et al.*, 2021).

2.4.1 O fator humano

As fábricas inteligentes não podem ser vistas como locais abandonados de pessoas. Estas dizem respeito a ambientes que necessitam de um conjunto de profissionais altamente qualificados. Assim, verifica-se que o fator humano demanda apropriada ligação com os componentes tecnológicos (SESI, 2020).

O valor do capital humano não pode ter associação direta com as pessoas, mas sim com o talento e competências, agregando valor. Com isso o capital humano pode ser considerado um diferencial competitivo das empresas (Ferreira; Pontes, 2019).

De maneira geral, são os trabalhadores providos de conhecimentos transversais, habilitados para a coordenação de trabalhos elaborados em sequência e com capacidade para a tomada de decisão em tempo real, percebidos como essenciais para garantir o aprimoramento da Indústria 4.0 (BMWK, 2018).

A competência de um indivíduo pode ser entendida como sua capacidade de entrega, assim, pode-se dizer que, devido às suas capacidades, o indivíduo entrega e agrega valor à empresa em que atua. O desenvolvimento se dá pela ampliação da capacidade de entrega. Atividades específicas necessitam de profissionais com formação técnica ou superior (Dutra, 2001).

O reconhecimento do capital humano nas empresas necessita de quatro alavancadores: i) Autoridade, atribuir poder para tomada de decisões; ii) Informação, promover o alcance de informações; iii) Recompensas, promover incentivos para a promoção de objetivos da organização; iv) Competências, desenvolver habilidades e competências com o intuito de uso da informação e da autoridade (Chiavenato, 2016).

O capital humano pode ser formado pelas habilidades e experiências dos trabalhadores, seus valores e cultura, assim como todo seu acúmulo de conhecimento. A retenção e desenvolvimento desses talentos cria vantagem competitiva para as empresas (Ferreira; Pontes, 2019).

Verifica-se, assim, uma nova maneira de trabalho totalmente distinto do tradicional, onde há a exigência de novos e avançados modelos para formar e treinar, com orientação para o aprendizado durante a carreira, uma vez que as inovações digitais não se estagnarão, uma vez que inovações ainda surgirão (BMWK, 2018).

As tecnologias estão cada vez mais presentes na vida do ser humano, e nas empresas em que *big data*, IoT, CPS e manufatura aditiva estão ganhando espaço. A conectividade entre diferentes tecnologias e a capacidade de aprender traz novas oportunidades. Os trabalhadores se beneficiam da inovação, uma vez que máquinas inteligentes podem realizar tarefas arriscadas para a saúde e o bem-estar individuais. Essa interação homem-máquina, a conectividade tecnológica e o aprendizado adquirido entre ambos é o que dá forma à chamada Indústria 4.0 (Kipper *et al.*, 2021).

Diante das novas tecnologias, os profissionais precisam se adaptar, se transformar e mudar para se manterem no mercado de trabalho. Um passo importante pode ser a reestruturação dos currículos profissionais e acadêmicos por meio da melhoria das competências, ou seja, conhecimentos e habilidades (Kipper *et al.*, 2021). Com isso, a próxima seção apresenta as competências dos trabalhadores no cenário da Quarta Revolução Industrial.

2.5 Competências do profissional para atuação na Indústria 4.0

Diversas definições são utilizadas para habilidades e competências nos variados campos do saber, como na psicologia, na educação, na gestão

organizacional e em recursos humanos, assim, não existe uma definição única. A definição dada por Gale e Brown (2003) destaca que a competência une conhecimento, experiência e atitude pessoal. O conhecimento e a experiência relacionam-se com a função e a atitude relaciona-se com o comportamento. Ou seja, a competência pode ser vista como um atributo implícito de um indivíduo, que ocasiona em uma atuação eficaz e/ou elevada na execução de uma atividade em seu trabalho. Os autores definem talento como uma aptidão natural ou inata para determinada atividade, e habilidade como uma característica técnica onde houve o aprendizado e através de uma abordagem teórica a prática foi melhorada.

Os conceitos de competência e habilidade estão relacionados. Com a habilidade coloca-se em prática as teorias e conceitos mentais adquiridos ao longo do tempo, enquanto a competência possui uma abrangência mais ampla e corresponde à junção e organização de conhecimentos, atitudes e habilidades (Gale; Brown, 2003). Outros estudos designam habilidades com o termo “*skills*”, o que remete às capacidades relativas ao exercício do trabalho. As *skills* estão associadas diretamente a conhecimentos e atitudes e formam as competências de alta *performance* profissional (World Economic Forum, 2016).

Os autores costumam caracterizar as *skills* como *hard* ou *soft*. As *hard* apresentam características técnicas, pois, normalmente, são características discriminadas nos currículos, por exemplo, a formação acadêmica e o grau de especialização. As *soft skills* possuem natureza interpessoal e não são assimiladas de maneira formal nas instituições de ensino, podemos citar como exemplo o pensamento crítico, a liderança e a criatividade (Penhaki, 2019).

A competência pode ser entendida como um conjunto de conhecimentos, *skills* e atitudes que se correlacionam com o desempenho no trabalho (Frazão, 2018). Esse conjunto, no Brasil, é comumente conhecido como modelo CHA, sendo o nome formado pelas iniciais de Conhecimento, Habilidade e Atitude (Rossi Filho, 2021). Para a Organização Internacional do Trabalho, as competências podem ser definidas como a habilidade na realização de tarefas e responsabilidades de um trabalho específico. Assim, o conceito de competências associa-se a outras definições, por exemplo, qualificação, conhecimentos, capacidades e *skills* (Frazão, 2018).

2.5.1 Criação de competências

Espera-se que os mais relevantes efeitos coletivos da Quarta Revolução Industrial ocorram no conjunto de trabalhadores, nas ocupações profissionais e na demanda dos indivíduos de aperfeiçoamento de suas habilidades para melhorar sua atuação com a inovação tecnológica e com o intuito de garantir empregabilidade na indústria, fazendo essa procura ser maior pelos colaboradores qualificados, em conjunto com mudanças demográficas, as grandes diversidades sociais que devem ser solucionadas (Schwab, 2016). Um ponto a ser discutido é como desenvolver competências para a promoção das potencialidades dos indivíduos nas empresas e atingimento aos interesses desta nova revolução. Dois pontos relevantes surgem como imperativos: o primeiro, referente ao aprendizado e à renovação no local de trabalho; e o segundo, a demanda de reformular os processos de educação, unindo a importância coletiva, privada e científica (Tessarini; Saltorato, 2018).

De acordo com Blumberg e Kauffeld (2021), o desenvolvimento de competências exige requisitos de tendências no ambiente corporativo, os objetivos da empresa e o ajuste de estruturas corporativas e profissionais de negócios. A identificação de competências é seguida do desenvolvimento de competências com os processos associados, o que promove o desenvolvimento sistemático das competências exigidas para o respectivo posto de trabalho. As medidas de desenvolvimento de competências podem ser divididas em desenvolvimento de competências formais, não formais e informais (Blumberg; Kauffeld, 2021). O Quadro 2 apresenta as formas de desenvolvimento de competências.

Quadro 2 - Formas de desenvolvimento de competências

	Desenvolvimento de habilidades formais	Desenvolvimento de habilidades não formais	Desenvolvimento de habilidades informais
Grau de organização	Sempre organizado e estruturado	Mais organizado	Não organizado
Intenção de aprendizagem	Aprender é intencional Os objetivos de aprendizagem são explícitos e conhecidos	A aprendizagem é parcialmente intencional Os objetivos de aprendizagem são parcialmente explícitos	Aprendizagem não é intencional ou proposital, mas sim incidental Os objetivos de aprendizagem não são explícitos
Lugar de aprendizado	Geralmente separado do local de trabalho,	No processo de trabalho, por exemplo	Diferente, por exemplo situações sociais

	por exemplo seminários e cursos	manuais e instruções	(aprender com outras pessoas) ou reflexão (aprender consigo mesmo)
--	------------------------------------	----------------------	---

Fonte: Traduzido de Blumberg e Kauffeld (2021, p. 206)

Até o momento, os estudos apontam que as descobertas sobre medidas de desenvolvimento de competências para desenvolver habilidades relevantes na Indústria 4.0 mostram que as empresas usam principalmente formatos formais de treinamento. Particularmente relevantes são os processos internos e os cursos de formação externa (Blumberg; Kauffeld, 2021).

Os empregadores que usam novas tecnologias precisam basear as decisões de contratação não apenas na educação, mas também nas habilidades não cognitivas que permitem que algumas pessoas se destaquem no aprendizado no trabalho. Embora seja difícil para trabalhadores e empregadores desenvolverem essas novas habilidades, essa dificuldade cria oportunidades. Os trabalhadores que adquirem habilidades mais recentes recebem remunerações melhores; os empregadores que contratam os trabalhadores certos e os treinam bem podem perceber as vantagens competitivas que vêm com as novas tecnologias (Bessen, 2014).

O *World Economic Forum* (2016) relacionou um grupo básico de 35 habilidades e competências relacionadas com o trabalho que podem ser usadas em diversos setores da indústria. A Figura 6 apresenta uma série de habilidades e competências atribuídas ao trabalhador.

Figura 6 - Habilidades e competências atribuídas ao trabalhador na Indústria 4.0

HABILIDADES	COMPETÊNCIAS BÁSICAS	COMPETÊNCIAS MULTIFUNCAIONAIS
HABILIDADES COGNITIVAS Flexibilidade cognitiva Criatividade Raciocínio lógico Sensibilidade do problema Raciocínio matemático Visualização HABILIDADES FÍSICAS Força física Destreza manual e precisão	COMPETÊNCIAS DE CONTEÚDO Aprendizado ativo Expressão oral Leitura e compreensão Expressão escrita Alfabetização em TIC COMPETÊNCIAS DE PROCESSO Escuta ativa Pensamento crítico Automonitoramento	COMPETÊNCIAS SOCIAIS Coordenação Inteligência emocional Negociação Persuasão Orientação de serviço Treinamento e ensino COMPETÊNCIAS DE SISTEMAS Julgamento e tomada de decisão Análise de sistemas COMPETÊNCIAS DE RESOLUÇÃO Resolução de problemas complexos COMPETÊNCIAS DE GESTÃO Gerenciamento de recursos financeiros Gerenciamento de recursos materiais Gestão de pessoas Gerenciamento de tempo COMPETÊNCIAS TÉCNICAS Manutenção e reparo de equipamentos Operação e controle de equipamentos Programação Controle de qualidade Solução de problemas Tecnologia e uso

Fonte: Traduzido de World Economic Forum (2016, p. 21)

Embora a maioria dos empregos exija o uso de uma ampla gama de habilidades, combinações de conjuntos de competências um pouco diferentes são procuradas em diversos setores da indústria (World Economic Forum, 2016). Segundo o relatório do *World Economic Forum* (2016), o mercado ocupacional trabalhista atual e as competências necessárias são distintas em comparação há dez anos, ou até mesmo há cinco anos, e a velocidade das alterações só deve aumentar. Governos, organizações e pessoas estão progressivamente apreensivos na identificação e previsão de competências que são importantes não somente nos dias atuais, mas também com as demandas de talentos e com a possibilidade em permitir que aqueles que os possuem aproveitem as oportunidades emergentes.

Edwards e Ramirez (2016) afirmam que as competências conferidas ao trabalhador na Quarta Revolução Industrial não são, de modo necessário, competências recentes. Os autores atribuem as diferenças na expansão e em uma maior exigência das mesmas, o que pode ocasionar a perda de emprego aos trabalhadores que não possuem ou buscarem tais competências. Com isso, pode-se dizer que os empregados das fábricas terão mais conhecimentos em diversos

campos, não se confinando em uma especialização, tendo compreensão multidisciplinar relacionada à empresa, dos processos e das tecnologias (Gehrke *et al.*, 2015).

Para Silva (2015), o investimento em educação profissional se configura como um fator estruturante, pois as demandas da Indústria 4.0 percorrem as ofertas por profissionais com competências técnicas para trabalhar em diversos níveis hierárquicos nas organizações, executando funções em indústrias automatizadas, com equipamentos complexos que requerem conhecimentos técnicos atualizados e multidisciplinares (informática, robótica, tecnologia da informação, entre outros). O autor ressalta que, além dos conhecimentos técnicos, será necessário o desenvolvimento de competências comportamentais como flexibilidade e colaboração.

Com a transformação do mercado de trabalho diante da Indústria 4.0, levando em consideração os estudos sobre a Indústria 4.0 e com vistas à preparação de mão de obra especializada, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), apresenta um levantamento com algumas profissões que devem surgir na próxima década. O Quadro 3 apresenta as novas profissões na era da Indústria 4.0.

Quadro 3 - Novas profissões

ROBÓTICA COLABORATIVA	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Mecânico de veículos híbridos - Mecânico especialista em telemetria - Programador de unidades de controles eletrônicos - Técnico em informática veicular 	<ul style="list-style-type: none"> - Analista de IoT (Internet das Coisas) - Engenheiro de cibersegurança - Analista de segurança e defesa digital - Especialista em <i>big data</i> - Engenheiro de <i>softwares</i>
ALIMENTOS E BEBIDAS	MÁQUINAS E FERRAMENTAS
<ul style="list-style-type: none"> - Técnico de alimentos - Especialista em aplicações de TIC para rastreabilidade de alimentos - Especialista em aplicações de embalagens para alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> - Projetista para tecnologia 3D - Operador de <i>high speed machine</i> - Programador de ferramentas CAD/CAM/CAE/CAI - Técnico de manutenção em automação
CONSTRUÇÃO CIVIL	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
<ul style="list-style-type: none"> - Integrador de sistema de automação predial - Técnico de construção seca - Técnico em automação predial - Gestor de logística de canteiro de obras - Instalador de sistema de automação predial 	<ul style="list-style-type: none"> - Técnico em análises químicas com especialização em análises instrumentais automatizadas - Técnico especialista no desenvolvimento de produtos poliméricos - Técnico especialista em reciclagem de produtos poliméricos
TÊXTIL E VESTUÁRIO	PETRÓLEO E GÁS
<ul style="list-style-type: none"> - Técnico de projetos de produtos de moda - Engenheiro em fibras têxteis - Designer de tecidos avançados 	<ul style="list-style-type: none"> - Especialista em técnicas de perfuração - Especialista em sismologias e geofísica de poços - Especialista para recuperação avançada de petróleo

Fonte: Souza (2021, p. 55)

Pode-se observar no Quadro 3 que as novas tecnologias determinarão mudanças no mercado de trabalho e apresentam para as indústrias a possibilidade de tornarem-se mais produtivas e eficazes. Souza (2021) considera que haverá transformação de antigas profissões, ao invés da substituição ou mesmo extinção dos empregos.

A atualização contínua de qualificações, habilidades e conhecimentos é a única maneira de construir uma força de trabalho altamente treinada e multiquificada, capaz de lidar com todas as mudanças tecnológicas e se adaptar aos novos processos de fabricação, a maioria dos quais relacionados à sustentabilidade, eficiência energética, simbiose industrial e informática (Akyazi *et al.*, 2022).

Com os avanços tecnológicos, a qualificação da força de trabalho será necessária para conceitos como Inteligência Artificial, colaboração humano-robô, segurança cibernética, gêmeo digital, material inteligente e Internet das Coisas (IoT) (Akyazi *et al.*, 2022).

2.5.2 Competências exigidas para o futuro profissional

Preparar os trabalhadores com uma série de habilitações transformadoras para o atendimento das demandas do mercado ocupacional trabalhista, transformando os funcionários inovadores e com mais responsabilidade na complexidade do mercado torna-se primordial para os governos viabilizarem o desenvolvimento da economia no meio de uma condição econômica mais digital com as inovações tecnológicas da Indústria 4.0 (World Bank Group, 2019).

Há a necessidade de investigação do modo como a inovação tecnológica pode afetar e afeta o mercado trabalhista, com atenção especial nas competências e na maneira com que as inovações tecnológicas da Indústria 4.0 se modificam, os quesitos das qualificações e o uso e avanço de competências (Cruz, 2022).

As “fábricas inteligentes”, que materializam a Indústria 4.0, são marcadas pela digitalização e pela concentração da tecnologia, responsabilizadas pela transformação radical das interatividades que ocorrem com as máquinas, com indivíduos e máquinas e com os próprios indivíduos. Altera não somente os processos de produção, como também impacta na formação, na seleção e na qualificação dos trabalhadores (Schwab, 2016).

A construção de competências eficientes envolve a associação de habilidades, conhecimentos, valores e atitudes para o atendimento de demandas complicadas do mercado ocupacional trabalhista da Indústria 4.0 (Cruz, 2022). O Quadro 4 apresenta as classes de competências consideradas fundamentais para o mercado trabalhista futuro.

Quadro 4 - Classes de competências fundamentais para o trabalho

Classe	Característica
Básica	Alfabetização digital, que deve ser dominada para que os indivíduos se adequem às alterações em suas ocupações e na sociedade. Os indivíduos que possuem competências básicas estarão mais preparados para obter outras aprendizagens e no desenvolvimento de novas competências.
Cognitiva e metacognitiva transversal	Pensamento crítico, pensamento criativo, solução de questões complexas e regular a si mesmo sem intervenção externa são imprescindíveis para contestar as adversidades do trabalho, como também para modelar o trabalho futuro.
Social e emocional	Responsabilidade, autoeficácia, consciência, empatia e cooperação auxiliam os indivíduos a terem mais gentileza e construir comunidades com maior tolerância.
Profissional	Habilidades e conhecimento de técnicas especializadas são necessários para o atendimento de demandas de empregos específicos, como também o conhecimento que se pode aplicar em outras áreas a serem conhecidas.

Fonte: Adaptado de World Bank Group (2019)

Segundo a OECD (2019), a transformação digital envolve diversas tecnologias, como a inteligência artificial, *internet* das coisas, 5G, robótica avançada, *machine learning*, entre outras tecnologias e, com isso, altera o mercado de trabalho de diversas formas.

O uso da *internet* pelos trabalhadores, a perspectiva de automatização de atividades e a possibilidade de proporcionar qualificações por meio de plataformas *online* possuem diferentes consequências para os funcionários e demandam perspectivas diferenciadas de ações desenvolvidas pelo governo. O resultado da transformação digital não se restringe ao setor manufatureiro e setor tradicional tecnológico e precisa garantir que todos os trabalhadores adquiram competências em tecnologia da informação e comunicação (OECD, 2019).

Para Cruz (2022), a transformação digital pode trazer mudanças nas ocupações de três formas principais, com implicações na oferta e procura nas competências dos trabalhadores:

- I. As inovações tecnológicas modificam as profissões, e um determinado número de atividades se automatizará, outras serão complementadas pelas novas tecnologias. Em muitos casos, as atividades executadas em cada profissão se alteram e, com isso, a procura por competências

também se altera. Essas modificações impactam grande parte dos profissionais que necessitam adequar suas competências para esse atual mercado trabalhista;

- II. Algumas ocupações se tornarão menos necessárias com as novas tecnologias. Algumas atividades podem ser automatizadas, dessa maneira, essas ocupações podem se extinguir futuramente. Os trabalhadores dessas ocupações precisarão alterar sua ocupação para continuar no emprego, exigindo, assim, adaptação de suas habilidades, aprendizado de novas habilidades e conhecimentos. Apesar da variação das avaliações de risco de automação, juntamente com a quantidade de empregos que podem se extinguir, será necessária uma política que prepare o trabalhador para essa ameaça;
- III. As tecnologias podem criar outras profissões e novas maneiras de ofertar competências ao mercado, com o desenvolvimento de novas ocupações que abrangem diretamente as novas tecnologias. As predileções de bem-estar e lazer também podem se modificar, ocasionando a ampliação de novas atividades. Assim, os indivíduos necessitam adquirir as competências para se favorecer dessas novas possibilidades.

De modo geral, para se beneficiar por completo das transformações digitais, há necessidade de políticas que garantam aos trabalhadores o desenvolvimento de habilidades para a adaptação às mudanças nas funções e que consigam transitar entre as ocupações. As transformações digitais da Indústria 4.0 podem afetar a maioria dos profissionais. A conectividade, os dispositivos digitais e os *softwares* estão alterando em profundidade a organização dentro das empresas, a organização das produções, as atividades dos trabalhadores e o modo de trabalhar, onde muitos trabalharão com as novas tecnologias (OECD, 2019).

A utilização da tecnologia está pouco a pouco se tornando evidente entre os trabalhadores que percebem que a natureza do seu trabalho se altera conforme as atividades se tornam gradativamente automatizadas. A digitalização pode gerar ameaças de extinção de ocupações. O avanço da inteligência artificial em conjunto com a utilização de maquinário possibilita a automatização de partes do processo de produção, há o desenvolvimento de maquinário inteligente que pode trabalhar, aprender e, até mesmo, reagir como os homens. A inserção de robótica industrial

avançada pode transformar os processos produtivos, em especial no setor de manufatura (World Bank Group, 2019).

Uma vez que a tecnologia pode alavancar a produção de trabalhadores fortemente capacitados ou não, no geral há o favorecimento do trabalho qualificado em relação aos menos capacitados, em que há o aumento da produção correspondente. As tecnologias da informação têm tendência para completar a força de trabalho qualificada, uma ação que está sendo chamada de mudança tecnológica tendenciosa para a qualificação (Cruz, 2022).

A digitalização, aliada às tecnologias da Quarta Revolução Industrial, pode afetar os profissionais de dois modos: i) pelo efeito de complementariedade, no momento em que a tecnologia propicia aos trabalhadores a realização de tarefas de modo diferente e provavelmente com maior eficácia; ii) pelo efeito da substituição, no caso em que a tecnologia fica no lugar dos trabalhadores no desenvolvimento de atividades de rotina que possuem maior facilidade de automação, a consequência de substituir reduz a quantidade de atividades de rotina dos trabalhadores (Cruz, 2022).

Futuramente, tarefas específicas, centralizadas em uma fase das linhas produtivas, não serão atribuídas ao trabalhador. Estes realizarão atividades de supervisão de procedimentos transversais, de gerenciamento de uma enorme quantidade de dados digitais e, também, capacidade de trabalho em equipes dinâmicas e tomada de decisões (Schwab, 2016).

O investimento em educação aparece como ponto focal no horizonte da Indústria 4.0, uma vez que os jovens profissionais devem ter uma formação adequada e os trabalhadores seniores devem realizar uma requalificação apropriada. As consequências desse investimento educacional dependerão de acordos entre pessoas, empresas, instituições de ensino e governo (World Economic Forum, 2016).

Levando em consideração os pilares tecnológicos da Indústria 4.0, percebe-se que a atuação do trabalhador nesse novo contexto exige um conjunto variado de habilidades (*skills*). O Quadro 5 apresenta as habilidades para a Indústria 4.0.

Quadro 5 - Habilidades para a Indústria 4.0

Sociocomportamental	Gestão	Técnica
Comunicação Mentalidade digital	Gestão de pessoas Gestão de projetos	Programação Análise de dados

Resolução de problemas Trabalho em equipe Pensamento crítico Aprendizagem ativa Inteligência emocional Adaptabilidade Interação Tomada de decisão Flexibilidade Criatividade Liderança Negociação Visão sistêmica Gestão do tempo Colaboração	Gestão de recursos Gestão da inovação	Processamento de dados Análise de segurança Manutenção e reparo Pensamento matemático Literacidade digital Desenvolvimento de aplicativos
---	--	--

Fonte: Adaptado de SESI (2020)

As habilidades sociocomportamentais compreendem um agrupamento de *skills* que podem contribuir para os relacionamentos interpessoais dos indivíduos, indo do pessoal até o profissional, podendo-se destacar a comunicação, a mentalidade digital, a resolução de problemas, o pensamento crítico, a aprendizagem ativa e a inteligência emocional. As habilidades sociocomportamentais abrangem as capacidades intrínsecas à pessoa, com relação ao comportamento e atitudes, e também as capacidades sociais, direcionadas para a comunicação e interação (Tessarini; Saltorato, 2018).

As habilidades comportamentais e sociais desempenham um papel de complementação para as aplicações dos conhecimentos acadêmicos e técnicos, o que fortalece os vínculos de trabalho e a atuação do trabalhador, principalmente nos ambientes de trabalho com grande implicação da digitalização e concentração de tecnologia (Tessarini; Saltorato, 2018).

O conjunto de *skills* que possuem relação com planejar, organizar e gerenciar são chamadas de habilidades de gestão, por exemplo, gestão de projetos, gestão da inovação e gestão de pessoas (Moreira, 2019).

Na atuação do profissional na Indústria 4.0 deve haver o domínio de habilidades que extrapolam as competências técnicas. Desse modo, o domínio das habilidades de gestão contribui para a geração de possibilidades de trabalho e acrescenta diferenciação no desenvolvimento de projetos, contribuindo para o sucesso nas diversificadas atividades no novo ambiente de trabalho oriundo da Indústria 4.0 (Moreira, 2019).

Programação e análise de dados são exemplos de habilidades técnicas relacionadas com o uso de tecnologia nas organizações, mais especificamente a tecnologia da informação. Devido ao desenvolvimento da digitalização nas indústrias, as habilidades técnicas serão progressivamente exigidas na cadeia de produção, tanto no nível básico como no avançado (SESI, 2020).

Tessarini e Saltorato (2018) sintetizaram e compilaram as diferentes possibilidades presentes relacionadas às habilidades concedidas ao trabalhador na Indústria 4.0. Os autores detectaram as mais relevantes competências e as categorizaram em três classes: competências funcionais (fundamentais para a atuação técnica e profissional das atividades); competências sociais (relacionadas à capacidade de interação e ao trabalho com outros colaboradores) e competências comportamentais (intrínsecas e referentes às atividades do indivíduo). O Quadro 6 apresenta as competências requisitadas do trabalhador.

Quadro 6 - Competências requisitadas do trabalhador

Competências Funcionais	Resolução de problemas complexos
	Conhecimento avançado em TI, incluindo codificação e programação
	Capacidade de processamento, análise e proteção de dados e informações
	Operação e controle de equipamentos e sistemas
	Conhecimento estatístico e matemático
	Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura
Competências Comportamentais	Flexibilidade
	Criatividade
	Capacidade de julgamento e tomada de decisões
	Autogerenciamento do tempo
	Inteligência emocional
	Mentalidade orientada para aprendizagem
Competências Sociais	Capacidade de trabalho em equipe
	Capacidade de comunicação
	Liderança
	Capacidade de transferir conhecimento
	Capacidade de persuasão
	Capacidade de comunicação em diferentes idiomas

Fonte: Tessarini e Saltorato (2018, p. 761)

O Fórum Econômico Mundial publicou vários relatórios sobre o futuro dos empregos e as principais competências que desempenharão papéis significativos no futuro avanço tecnológico. Esses relatórios analisam as habilidades necessárias para o mercado de trabalho e acompanham o ritmo das mudanças (Schwab; Zahidi, 2020). A Tabela 3 apresenta as principais competências para 2015, 2020 e 2025 necessárias para a Quarta Revolução Industrial.

Tabela 3 - Principais competências para 2015, 2020 e 2025

2015	2020	2025
Resolução de problemas complexos	Resolução de problemas complexos	Pensamento analítico e inovação
Coordenação com os outros	Pensamento crítico	Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem
Gestão de pessoas	Criatividade	Resolução de problemas complexos
Pensamento crítico	Gestão de pessoas	Pensamento crítico e análise
Negociação	Coordenação com os outros	Capacidade de criar, ser original e iniciativa
Controle de qualidade	Inteligência emocional	Ser líder e influência social
Orientação de serviço	Julgamento e tomada de decisão	Uso, monitoramento e controle de tecnologia
Julgamento e tomada de decisão	Orientação de serviço	Projeto e programação de tecnologia
Escuta ativa	Negociação	Ser resiliente, tolerar o estresse e ser flexível
Criatividade	Flexibilidade cognitiva	Raciocínio, resolver problemas

Fonte: Traduzido de Li (2022)

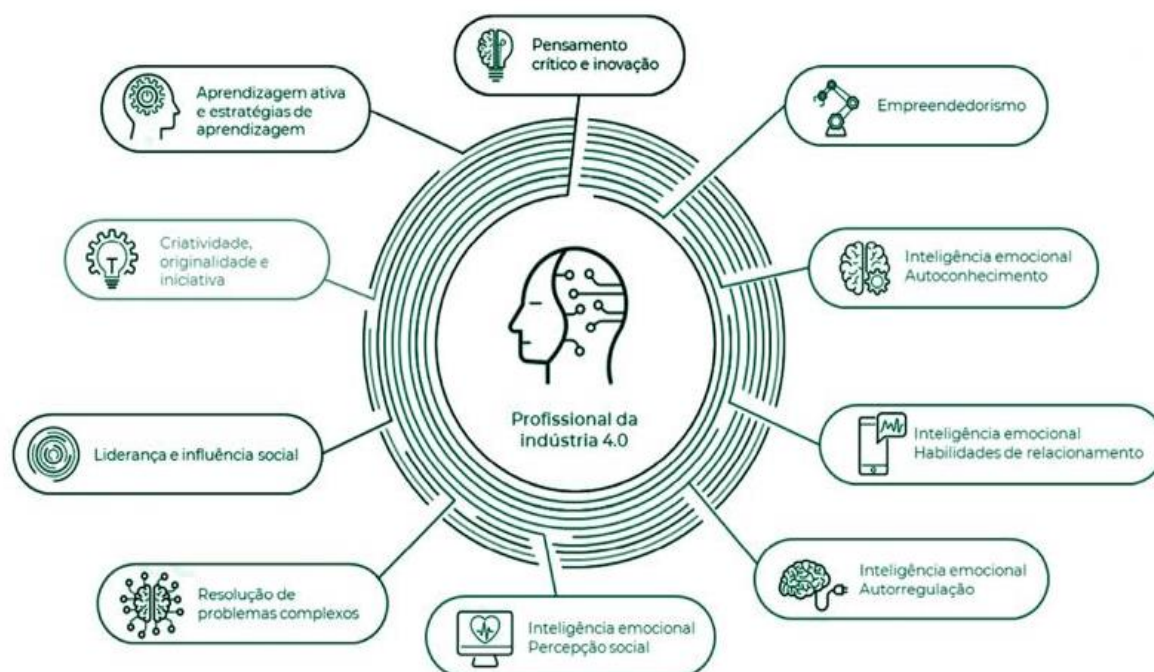
A resolução de problemas complexos é classificada como número 1 em 2015 e 2020, enquanto o pensamento crítico é movido para o número dois em 2020 de sua classificação do número quatro em 2015. “Pensamento analítico e inovação” está listado como a primeira competência, mas não estava na lista em 2015, nem em 2020. “Resolução de problemas complexos” é a terceira competência mais importante na lista de 2025, mas foi classificada como número 1 em 2015 e 2020. Sete das 10 principais competências listadas na coluna “em 2025” não estão listadas em 2020 e 2015. Enquanto entre 2015 e 2020, os requisitos de competências se sobrepõem consideravelmente, oito das dez principais competências são as mesmas para os dois períodos. Olhando para 2025, o pensamento analítico e as habilidades de inovação coroam a lista de competências que os pesquisadores acreditam que crescerá em destaque nos próximos cinco anos. O aprendizado ativo e as estratégias de aprendizado são um novo conjunto de competências que ficou atrás do primeiro. O pensamento analítico e o aprendizado ativo ficaram em primeiro e segundo lugar em 2025, enfatizando o autogerenciamento cognitivo. Habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, que estavam no topo da lista de competências em 2020 e 2015, agora estão relegadas ao 3º e 4º lugares na lista de competências de 2025. Os itens de 6 a 10 em 2025 são competências emergentes

com foco em tecnologia, capacidade de raciocínio cognitivo e liderança, com uma forte aceitação a partir de 2020.

Em alguns anos, mais de dois terços das competências (67%) consideradas importantes nos requisitos de trabalho mudarão. Além disso, um terço dos conjuntos de competências essenciais em 2025 consistirá em competências tecnológicas ainda não consideradas cruciais para os requisitos de trabalho atuais (Li, 2022).

Tendo como inspiração as competências demandadas na perspectiva da Indústria 4.0 mencionadas no relatório do *World Economic Forum* (2016), fazendo as devidas adaptações e levando em consideração uma formação integral e o perfil dos futuros profissionais, surgiu o Quadro de *Soft Skills* do SENAI (SENAI, 2023b). As competências presentes no Quadro de *Soft Skills* são: organização e iniciativa; ser criativo, liderança e influência social; resolução de problemas complexos; percepção social; autorregulação; habilidades de relacionamento; pensamento crítico e inovação; empreendedorismo; inteligência emocional; autoconhecimento; inteligência emocional; habilidades de relacionamento; inteligência emocional; autorregulação; inteligência emocional; percepção social.

Figura 7 - Competências presentes no Quadro de *Soft Skills* do SENAI



Fonte: SENAI (2023a, n.p.)

A identificação das competências, a começar pelos artigos científicos da base de dados *Scopus* e de trabalhos publicados por prestigiadas organizações que

trabalham com o assunto, resultou num compilado de competências, apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Competências para a Indústria 4.0

Competência	Descrição	Fonte
Criatividade	Capacidade para trazer ideias diferentes ou inteligentes sobre certos assuntos ou situações, ou de elaborar formas criativas para a resolução de um problema.	ONET; Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Grzybowska e Anna (2017); Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
Pensamento Analítico/Crítico	Habilidade em utilizar a lógica e raciocínio para reconhecer os pontos fortes e fracos de soluções opcionais, resoluções ou perspectivas de problemas.	ONET; Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018), Grzybowska e Anna (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
Resolução de Problemas Complexos	Habilidade de reconhecimento de problemas complexos e correção de informações pertinentes para aprimorar e avaliar opções e executar soluções.	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
Julgamento e Tomada de Decisão	Habilidade para julgar de modo adequado as dificuldades e vantagens inerentes de prováveis atitudes para a escolha a mais adequada.	ONET; Costa (2018), Filipowicz (2016); Grzybowska e Anna (2017); Kagermann, Helbig e Wahlster (2013); Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
Habilidades de Manutenção e Reparo	Capacidade para executar manutenções rotineiras e para determinar quando e que tipo de manutenção é preciso realizar. Habilidade em reparação de máquinas ou sistemas utilizando as ferramentas certas.	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
Controle da Qualidade	Habilidade em realizar testes e revisões de produtos, serviços ou processos para avaliar a qualidade ou o desempenho.	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
Tecnologias da Indústria 4.0	Conhecimentos sobre Big Data, Inteligência Artificial, Robótica, Internet das Coisas, Computação em Nuvem etc.	Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
Adaptabilidade e Flexibilidade	Possuir disposição para mudar (positivamente ou negativamente) e a diversidades no ambiente de trabalho. Habilidade para se adaptar rapidamente a alterações no local ou modelo de produto a fazer.	ONET; Costa (2018); Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Prifti <i>et al.</i> (2017)
Inovação	Habilidade para desenvolver novas ideias e responder problemas com relação ao trabalho.	ONET; Costa (2018); Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017)
Análise/Visão Sistêmica	Habilidade na determinação de funcionamento de um sistema e como as alterações nas condições, nos processos e no ambiente podem afetar os resultados.	ONET; Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017)

Fonte: Adaptado de Rossi Filho (2021, p. 244)

A Indústria 4.0 demanda trabalhadores com orientação para diversas áreas do conhecimento, ao contrário do aperfeiçoamento em um campo particular. Perante o exposto, levando em consideração a diversidade de conhecimentos englobados

como habilidades técnicas, o entendimento básico sobre conceituação, operacionalização e funcionamento das tecnologias, as competências apresentadas no Quadro 7 servem de base para a pesquisa realizada com os educadores e especialistas da Indústria 4.0.

No estudo de Rossi Filho (2021), foi realizado um levantamento das competências, sendo estas organizadas por classes, a saber:

- i) competências pessoais (criatividade, organização de informações, raciocínio indutivo e dedutivo, raciocínio matemático, pensamento analítico/crítico, e sensibilidade a problemas);
- ii) competências metodológicas (resolução de problemas complexos, julgamento e tomada de decisão, e correção de falhas);
- iii) competências de domínio (habilidades de manutenção e reparo, habilidades de montagem, habilidades de *setup*, capacidade de visualização, habilidades físicas, e controle de qualidade); e
- iv) competências digitransacionais (tecnologias da Indústria 4.0, emergência digital, adaptabilidade e flexibilidade, inovação, e análise/visão sistêmica).

No entanto, serão consideradas as competências prioritárias para a Indústria 4.0: criatividade, pensamento analítico/crítico, resolução de problemas complexos, julgamento e tomada de decisão, habilidades de manutenção e reparo, controle de qualidade, tecnologias da Indústria 4.0, adaptabilidade e flexibilidade, inovação, e análise/visão sistêmica.

Na próxima seção será apresentada o comportamento de inovação individual.

2.6 Comportamento de Inovação Individual

Os termos criatividade e inovação são frequentemente usados de forma intercambiável em estudos de pesquisa, e a distinção entre os dois conceitos pode ser mais de ênfase do que de substância. Mesmo assim, acordou-se sobre as definições dos termos; a criatividade tem a ver com a produção de ideias novas e úteis e a inovação tem a ver com a produção ou adoção de recursos úteis e implementação de ideias. Embora a criatividade seja muitas vezes enquadrada como “fazer algo pela primeira vez em qualquer lugar ou criando novo

conhecimento", a inovação também abrange a adaptação de produtos ou processos de fora de uma organização (Scott; Bruce, 1994).

Nesta perspectiva, a inovação individual começa com o reconhecimento do problema e a geração de ideias ou soluções, sejam elas novas ou adotadas (Scott; Bruce, 1994).

A inovação individual pode ser entendida como a disposição de uma pessoa para a utilização de um novo sistema de informação, em que o indivíduo aceita uma nova ideia. A inovação é frequentemente reconhecida como um constructo de personalidade que prediz a tendência de os indivíduos adotarem várias inovações tecnológicas. Com isso pode-se dizer que a inovação pessoal seja a capacidade de os indivíduos utilizarem novos sistemas de informação na nova era da Indústria 4.0 (Zahra; Sudiana, 2022).

A inovação individual abrange a geração e a promoção de ideias criativas e a implementação de inovações no ambiente de trabalho (Audenaert; Vanderstraeten; Buyens, 2017). A inovação individual é um processo de vários estágios, incluindo uma introdução aos problemas e geração de ideias e soluções, busca de um patrocinador para ideias, construção de uma coalizão de apoio e estabelecimento de ideias, por exemplo, de um protótipo, modelo e processo. Assim, o comportamento de inovação individual inclui a geração e a implementação de novas ideias (Juwita *et al.*, 2020).

O comportamento de inovação individual pode ser afetado direta e indiretamente pela liderança, pelas relações do grupo de trabalho e o estilo de resolução de problemas através de um clima para inovação (Scott; Bruce, 1994).

Indivíduos com alto nível de inovação tendem a estar dispostos a assumir riscos e aprender coisas novas sobre tecnologia e com capacidade de inovar com a tecnologia da informação, ao invés de ficarem presos ao uso rotineiro, que é considerado abaixo do ideal. Essa inovação individual também é útil em empresas que desejam realizar a transformação digital (Zahra; Sudiana, 2022). Os empregos dentro dos requisitos de inovação tendem a promover mais inovação individual do que os empregos de rotina simples, pois estes primeiros necessitam de criatividade, que é um dos aspectos da inovação individual, pois quando a criatividade é exigida em um trabalho, os funcionários estarão mais propensos a apresentar ideias criativas para o atendimento de requisitos mínimos (Audenaert; Vanderstraeten; Buyens, 2017).

Para Scott e Bruce (1994) o fornecimento adequado de recursos como equipamentos, instalações e tempo é fundamental para a inovação. Quanto os membros de uma organização percebem um clima organizacional favorável à inovação afeta o comportamento de inovação individual.

Um dos aspectos importantes do comportamento de inovação individual é a geração de ideias relacionadas ao desenvolvimento de produtos, serviços ou novos processos na entrada em um novo mercado, também para melhorar o processo de trabalho atual e gerenciamento, bem como combinar existentes conceitos para resolver problemas. O nível de comportamento de inovação individual, seja gerencial ou não gerencial, é considerado um gatilho fundamental da inovação organizacional (Juwita *et al.*, 2020).

Na literatura há uma concordância de que a inovação individual começa com o reconhecimento de problemas e a geração de ideias ou soluções, mas também inclui a busca pelo patrocínio de ideias e a construção de alianças de apoiadores para implementar ideias. O comportamento de inovação individual pode ser considerado um tipo de comportamento proativo no trabalho (Wu; Parker; Jong, 2014).

Muitas empresas estão concentrando a orientação para a inovação e adotam medidas para criar um clima organizacional que estimula o entusiasmo dos trabalhadores para o conhecimento pela inovação e promoção do comportamento de inovação individual (Xu; Wang; Suntrayuth, 2022).

A característica considerada como mais importante das pessoas inovadoras é a tendência de seguir a inovação. Possuem um papel importante na aceitação e permanência das inovações. Os indivíduos que tendem a seguir as inovações alcançam seus objetivos experimentando diretamente as inovações enquanto obtêm conhecimento. Colocar o problema e expressar novas ideias descreve o comportamento inovador. Então o indivíduo inovador quer fortalecer seu pensamento e busca um apoio. Com isso, a pessoa implementa a inovação de maneira concreta. A pessoa com uma perspectiva inovadora busca pensar sobre os problemas e fornecer soluções a eles (Güngör; Kurtipek, 2020). Os indicadores de comportamento de inovação individual são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Indicadores do comportamento de inovação individual

Indicador	Fonte
-----------	-------

Indicador	Fonte
Explorando novas oportunidades	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010)
Nova geração de ideias	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010) Wu, Parker e Jong (2014); Shin <i>et al.</i> (2017)
Capacidade de adotar novos produtos/serviços	Scott e Bruce (1994); Kamil e Yuliandra (2017)
Defendendo novas ideias	Jong e Hartog (2010)
Implementação de novas ideias	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010); Wu, Parker e Jong (2014); Shin <i>et al.</i> (2017)
Habilidades de resolução de problemas	Scott e Bruce (1994); Kamil e Yuliandra (2017)
Construção de rede	Scott e Bruce (1994); Kamil e Yuliandra (2017)

Fonte: Juwita *et al.* (2020, p. 2)

A inovação pode ser considerada um conceito guarda-chuva que pode significar assumir riscos, abertura a experiências, criatividade e liderança de pensamento e que os indivíduos têm diferentes experiências e orientações para a inovação (Celik, 2013). Essas diferenças individuais únicas nas orientações para a inovação são chamadas de inovação individual. É quase um traço de caráter consistente de um indivíduo que reflete a natureza subjacente da pessoa quando apresentada a uma inovação (Bubou; Job, 2020).

Para Mussner *et al.* (2017) o comportamento de inovação individual está ligado à criatividade e inovação, e a criatividade implica a geração de ideias, enquanto a inovação inclui ainda a sua implementação. Outras atividades de um indivíduo relacionadas ao comportamento de inovação são reconhecimento de problemas, geração de ideias, busca de apoio financeiro ou construção de alianças para impulsionar as próprias ideias (Mussner *et al.*, 2017).

Para Wu, Parker e Jong (2014), a tendência de um indivíduo se envolver e gostar de pensar será positivamente associada ao comportamento de inovação individual. Quatro argumentos explicam essa tendência: i) pessoas com grandes necessidades para a cognição tendem a se envolver em situações marcadas pela novidade, complexidade e incerteza para alcançar e extrair informações de seu ambiente, assim buscam novas informações e oportunidades, o que provavelmente as leva à inovação individual; ii) pessoas com grande necessidade de cognição são mais capazes de vincular conhecimentos novos e existentes de forma flexível e eficaz, processando informações úteis na geração de novas ideias e na solução de problemas complexos; iii) indivíduos com grande necessidade para a cognição possuem maior confiança em seus próprios pensamentos e ideias, que, por sua vez, são úteis na promoção e defesa de ideias, gerando um maior número de argumentos para apoiar o seu ponto de vista; iv) pessoas com grande necessidade

para a cognição tendem a desenvolver uma forte atitude geral em relação ao assunto em questão, o que os ajuda a persistir na busca de seus objetivos.

A inovação individual é um processo de múltiplas fases que abrange o reconhecimento de problemas e a geração de ideias ou soluções, à procura de patrocínio para a ideia, a construção de coligações para apoiá-la e a conclusão da ideia (por exemplo, produzir um protótipo, um modelo, um processo). Assim, o comportamento de inovação individual inclui a geração e implementação de novas ideias (Strobl *et al.*, 2020). Como a inovação na prática emerge mais de atividades descontínuas do que de estágios discretos e sequenciais, os indivíduos podem estar envolvidos em qualquer uma dessas atividades a qualquer momento (Scott; Bruce, 1994).

Para Scott e Bruce (1994), o comportamento de inovação individual também possui influência no nível da empresa, porque o comportamento de inovação individual produz ideias, processos, produtos ou procedimentos que são novas ou adotadas. Um aspecto crucial do comportamento de inovação individual é a geração de ideias que se relacionam com o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos e a entrada em novos mercados, mas também com melhorias nos processos de trabalho atuais e com a reorganização e combinação de conceitos existentes para a resolução de problemas (Strobl *et al.*, 2020).

O comportamento de inovação individual também pode ser definido como todas as ações individuais direcionadas à geração, introdução e aplicação de novidade benéfica em qualquer nível organizacional. Essa novidade benéfica pode incluir mudanças no conceito de serviço, na interface do cliente, no sistema de entrega e nas opções tecnológicas (Xu; Ruoyu; Lei, 2009).

No estudo de Xu, Ruoyu e Lei (2009), a escala de comportamento de inovação individual é composta por cinco dimensões: exploração de oportunidades, geração, investigação formativa, defesa e aplicação. Os autores incluem nessa escala o surgimento de ideias inovadoras e implementação inovadora do conceito.

Considera-se que o ambiente externo, ou seja, clima organizacional, orientação para a inovação, e os fatores psicológicos, ou seja, motivação intrínseca, segurança psicológica têm uma influência positiva no comportamento de inovação individual (Xu; Wang; Suntrayuth, 2022). Para os autores, os fatores psicológicos fazem a mediação da relação entre o ambiente externo e o comportamento de inovação individual.

A inovação pode ser considerada a base da “sobrevivência e crescimento” empresarial, sendo um fenômeno importante investigado em múltiplos níveis (individual, de equipe e organizacional). No nível individual, o comportamento inovador dos atores organizacionais, sejam eles gerenciais ou não gerenciais, é considerado um motor fundamental da inovação organizacional (Strobl *et al.*, 2020).

No geral, os pesquisadores tendem a concordar que o comportamento de inovação individual consiste em múltiplas atividades, porém, para este trabalho serão considerados os indicadores do comportamento de inovação individual para a Indústria 4.0: explorando novas oportunidades, nova geração de ideias, capacidade de adotar novos produtos/serviços, defendendo novas ideias, implementação de novas ideias, habilidades de resolução de problemas e construção de redes.

Na próxima seção será apresentada a Prontidão na Indústria 4.0.

2.7 Prontidão tecnológica do profissional na Indústria 4.0

Como um conceito psicológico, a prontidão foi descrita como o nível de preparação para uma determinada tarefa suficiente para resultar em aprendizagem significativa (Hayes; Stratton, 2012). Também é descrito como um predecessor cognitivo dos comportamentos de rejeição ou apoio a um esforço de mudança (Armenakis; Harris; Mossholder, 1993).

A prontidão pode ser entendida como um estado que é alcançado antes do início de uma determinada atividade em relação à preparação psicológica, comportamental e estrutural das organizações, podendo ser observada em diversos níveis e analisada no nível individual (Lokuge *et al.*, 2019).

Os modelos de maturidade são normalmente utilizados como uma ferramenta para descrever e mensurar a maturidade de uma empresa ou de um procedimento em relação a certo estado-alvo particular. Os modelos de prontidão são rotulados como sinônimo dos modelos de maturidade (Schumacher; Erol; Sihn, 2016). De acordo com Schumacher, Erol e Sihn (2016) os modelos de prontidão objetivam captar a fase inicial e propiciar o começo do processo para se desenvolver.

Entende-se a diferença entre prontidão e maturidade no sentido de que a avaliação de prontidão ocorre anteriormente ao processo de amadurecimento, ao passo que a avaliação de maturidade pretende captar a condição atual durante o processo de amadurecimento.

A prontidão da Indústria 4.0 foi examinada por Lichtblau *et al.* (2015) em estudo que apresentou um modelo para medir a prontidão com seis dimensões: fábricas inteligentes, operações inteligentes, produtos inteligentes, serviços com base em dados, estratégia e organização e funcionários. Com o modelo de prontidão as empresas que desejam permanecer competitivas avaliam onde estão no processo de transformação digital e se estão explorando todo o potencial da Indústria 4.0 (Lichtblau *et al.*, 2015).

Uma definição para a prontidão para a Indústria 4.0 pode ser entendida como o grau em que uma empresa pode explorar e se beneficiar de todas as vantagens que as tecnologias da Indústria 4.0 oferecem. As dimensões de integração incluem as pressões para mudar os processos existentes, a vontade de assumir riscos com as tecnologias, ter conhecimento suficiente sobre as tecnologias, ter funcionários com as competências e habilidades certas e a motivação para trabalhar com essas tecnologias e ter a quantidade adequada de suporte da alta administração (Menendez *et al.*, 2020). Nas dimensões de integração realizam-se análises verticais e horizontais. Nas análises verticais verificam-se os sistemas de informação utilizados nas organizações e o grau de integração entre esses sistemas. A integração horizontal verifica a existência de comunicação eficiente através de informações compartilhadas entre clientes e fornecedores da empresa (Bischoff, 2022).

Existem várias formas de avaliar a prontidão de uma empresa. As medidas mais comuns são baseadas na autoavaliação. No entanto, atualmente, modelos mais quantitativos são desenvolvidos, incluindo aqueles que utilizam indicadores, geralmente conhecidos como dimensões (Rajnai; Kocsis, 2018). A maioria dos modelos define as dimensões a serem medidas. A Autoavaliação Online de Preparação para a Indústria 4.0 para Empresas desenvolvida pela *IW Consult* e *FIR* na *RWTH Aachen University* contém seis dimensões: fábricas inteligentes, operações inteligentes, produtos inteligentes, estratégia e organização, serviços com base em dados e funcionários. Por sua vez, estes têm seis níveis de medida (*outsider*, iniciante, intermediário, experiente, especialista e *top performers*) (Machado *et al.*, 2019).

O Conselho de Desenvolvimento Econômico de Cingapura desenvolveu o *Smart Industry Readiness Index* (SIRI). Ele mede três dimensões gerais (Processo, Tecnologia e Organização) que são divididas em oito subdimensões (Operação,

Ciclo de Vida do Produto, Cadeia de Suprimentos, Automação, Inteligência, Conectividade, Prontidão de Talentos, e Estrutura e Gestão) (Menendez *et al.*, 2020). O Ministério do Comércio Internacional e Indústria da Malásia desenvolveu a avaliação de prontidão *Industry4WRD*. É um programa que ajuda as empresas a avaliarem suas capacidades para adotarem a Indústria 4.0. O principal objetivo é entender suas lacunas e desenvolver as estratégias certas para ter uma implementação efetiva. As dimensões gerais avaliadas incluem tecnologia, processo e pessoas. A dimensão das pessoas tem cinco subdimensões, a saber, competência pessoal para a Indústria 4.0, conhecimento tecnológico da alta administração, estrutura de colaboração e governança, liderança, e estratégia da Indústria 4.0 (Menendez *et al.*, 2020).

A adoção de tecnologia e a força de trabalho com as competências certas estão entre os principais desafios da implementação da Indústria 4.0. Do ponto de vista dos trabalhadores, a principal preocupação é a falta das competências certas que a Indústria 4.0 exige. Do ponto de vista da tecnologia, o principal desafio é remover o paradigma do “alto custo de implantação” para começar a colher os benefícios a longo prazo (Müller, 2019).

As mudanças organizacionais decorrem das mudanças no comportamento individual (Porto; Palacios; Neiva, 2020). A prontidão para mudança pode ser vista como um precursor crítico da mudança bem-sucedida. A prontidão capta se os envolvidos na mudança estão individual e/ou coletivamente motivados e capacitados para participar da mudança. A prontidão pode ser estudada no nível individual ou organizacional, porém a mudança organizacional é uma função do comportamento individual (Austin; Chreim; Grudniewicz, 2020). Tanto a prontidão organizacional como a prontidão individual possuem como resultado profissionais mais aplicados com o processo de mudança e mais perseverantes para lidarem com as dificuldades da implantação das mudanças (Amaral, 2022).

A prontidão pode ser entendida como multidimensional e trata da crença dos indivíduos sob cinco critérios: i) *self-efficacy*, a convicção de que a pessoa possui capacidade de realizar alterações; ii) *personal valence*, convicção de que a alteração trará benefícios para o trabalhador a nível pessoal; iii) *senior leader support*, reconhecer que a liderança da empresa apoia a mudança; iv) *organizational valence*, convicção que as alterações beneficiarão a empresa a longo prazo; e v) *discrepancy*, reconhecimento da necessidade de alterações (Silva, 2019).

Em geral, a prontidão é considerada a capacidade de aproveitar as oportunidades no futuro, mitigar riscos e desafios, tornar-se duro e flexível na resposta a distúrbios desconhecidos no futuro (Juwita *et al.*, 2020). O Quadro 9 apresenta os indicadores da prontidão para a Indústria 4.0.

Quadro 9 - Indicadores para a prontidão na Indústria 4.0

Indicador	Fonte
Colaboração	Schumacher, Erol e Sihn, 2016)
Compartilhamento de conhecimento	Schumacher, Erol e Sihn, 2016)
Operações baseadas em dados	Lichtblau <i>et al.</i> (2015); Akdil, Ustundag e Cevikcan (2017)
<i>E-learning</i>	Akdil, Ustundag e Cevikcan (2017)
Abertura para Novas Tecnologias	Schumacher, Erol e Sihn (2016)
Valor das Tecnologias da Informação e Comunicação	Schumacher, Erol e Sihn (2016)
Competência em Tecnologias da Informação e Comunicação	Schumacher, Erol e Sihn (2016)
Novas habilidades de Tecnologias da Informação e Comunicação	Sony e Naik (2020)

Fonte: Juwita *et al.* (2020, p. 2)

Em estudo conduzido por Juwita *et al.* (2020), analisou-se a determinação da prontidão dos alunos para enfrentarem a revolução industrial 4.0, influenciada pelo domínio das competências 4.0 e pelo comportamento de inovação individual. A população do estudo foram estudantes de graduação da Universidade de Andalas. O modelo utilizado por Juwita *et al.* (2020) utiliza indicadores separados para habilidades (*abilities*) e competências (*skills*).

Na avaliação de confiabilidade, alguns indicadores foram considerados comprometidos, pois no cálculo do valor de carregamento dos indicadores para determinar o valor da confiabilidade do indicador alguns indicadores foram omitidos com o propósito de aumentar a confiabilidade composta e o valor da AVE para atingir o limite acima do recomendado. As variáveis omitidas incluem 17 indicadores da variável competências 4.0 e 4 indicadores da variável prontidão. Nova avaliação foi realizada no modelo modificado e os resultados dos testes mostram que as variáveis competências 4.0, comportamento de inovação individual e prontidão são válidas.

Os resultados mostram que as competências 4.0 têm um efeito positivo na prontidão e no comportamento de inovação individual. As hipóteses foram aceitas, o que significa que as competências 4.0 têm um efeito significativo na prontidão e no

comportamento de inovação individual. Além disso, o comportamento de inovação individual tem um efeito significativo na prontidão.

O modelo construído no estudo de Juwita *et al.* (2020) pode ser usado para descrever a relação entre competências 4.0 sobre prontidão e comportamento de inovação individual, mesmo que o nível de precisão da previsão seja categorizado como fraco e mediano.

Pode-se dizer que o sucesso da revolução da Indústria 4.0 inicia-se na sala de aula, e investe-se no comportamento inovador para que os futuros profissionais se tornem recursos humanos produtivos. Deve-se exigir o domínio das competências 4.0 como introdução precoce aos futuros profissionais, assim estes serão capazes de enfrentar os desafios da Indústria 4.0. A avaliação da prontidão é realizada para orientar os futuros profissionais a tomarem atitudes, identificando o que deve ser feito para que possam implementar as suas estratégias na Indústria 4.0 (Juwita *et al.*, 2020).

A prontidão tecnológica representa a propensão do indivíduo para adotar e usar novas tecnologias (Hallikainen; Alamäki; Laukkanen, 2019). Isso implica que as percepções de uma pessoa sobre uma tecnologia específica podem consistir em aspectos positivos e/ou negativos, que influenciam conjuntamente se um indivíduo está ou não pronto para adotar uma tecnologia. As visões positivas empurrarão os indivíduos para novas tecnologias, e as visões negativas irão afastá-los (Damerji; Salimi, 2021).

Estudos mostram dois grupos conceituais para prontidão, sendo o primeiro a prontidão no nível da organização, que aborda os trabalhadores como uma entidade coletiva, e o segundo a prontidão no nível do trabalhador. A prontidão no nível da organização abordou prontidão e a maturidade indistintamente, embora alguns estudiosos diferenciem preparação para uma implementação inicial (prontidão) e desenvolvimento subsequente (maturidade). A prontidão no nível do trabalhador indica competências que abordam capacidades técnicas, metodológicas, sociais e pessoais, incluindo competências sociais e de colaboração, conhecimentos e habilidades técnicas em tecnologia da informação e comunicação e flexibilidade cognitiva. Outros estudos incluem competências intrapessoais e interculturais (Blayone; VanOostveen, 2020).

Para este trabalho será considerada como prontidão tecnológica o nível de preparação individual para uma determinada tarefa suficiente para resultar em

aprendizagem significativa, assim os indicadores utilizados serão: colaboração, compartilhamento de conhecimento, operações baseadas em dados, *e-learning*, abertura para novas tecnologias, valor das tecnologias da informação e comunicação, competência em tecnologia da informação e comunicação e novas habilidades de tecnologias da informação e comunicação.

A discussão realizada no decorrer do referencial teórico indica que nos modelos desenvolvidos para avaliar a prontidão verifica-se a presença de uma dimensão que trata das pessoas envolvidas no processo, bem como as competências para a Indústria 4.0. A próxima seção apresenta a orientação teórica desta pesquisa.

2.8 Orientação teórica da pesquisa

A partir do referencial teórico verificaram-se as competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual. Com isso, foram estudadas as mudanças no perfil do trabalhador e suas competências, o reconhecimento do capital humano, os principais indicadores de competências para a Indústria 4.0, o entendimento de inovação individual, os principais indicadores do comportamento de inovação individual, o entendimento de prontidão individual e os principais indicadores de prontidão tecnológica individual para a Indústria 4.0.

Para desenhar os traços gerais da presente pesquisa, o Quadro 10 apresenta as principais referências e fontes tratadas neste trabalho.

Quadro 10 - Diretriz teórica

Vertente teórica	Referências e fontes
Competências 4.0	Mudanças no perfil do trabalhador e mudanças das competências - Dombrowski e Wagner (2014); Reconhecimento do capital humano - Dutra (2001); Indicadores de competências para a Indústria 4.0 - World Economic Forum (2016); Rossi Filho (2021).
Comportamento de Inovação Individual	Entendimento de inovação individual - Scott e Bruce (1994); Indicadores do comportamento de inovação individual para a Indústria 4.0 - Juwita <i>et al.</i> (2020).
Prontidão Tecnológica Individual	Entendimento de prontidão individual - Silva (2019); Indicadores de prontidão tecnológica individual para a Indústria 4.0 - Juwita <i>et al.</i> (2020).

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

As referências do Quadro 10 fornecem o suporte para o modelo que será testado, sendo essas as relações realizadas nesta pesquisa.

O próximo capítulo estabelece os procedimentos metodológicos desta pesquisa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo apresenta a metodologia que foi utilizada neste trabalho, destacando-se os aspectos relacionados à abordagem, ao método de pesquisa, à população, às técnicas para coleta de dados e análise dos dados.

A metodologia de um estudo científico, em nível aplicado, procura examinar, descrever e ponderar os métodos e as técnicas de pesquisa que permitem coletar e processar dados, encaminhando para a solução de problemas ou indagações investigativas. Com isso, a metodologia compreende o uso de procedimentos e técnicas, objetivando a colaboração na produção de conhecimento, visando a comprovação de sua legitimidade e serventia nos diversos setores da sociedade (Prodanov; Freitas, 2013).

A pesquisa divide-se em duas fases. A primeira fase da pesquisa é quantitativa, em razão de o estudo ser descritivo. Esta fase do estudo tem como objetivo testar as relações entre os constructos competências, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual com a utilização de equações estruturais com estimação por mínimos quadrados parciais (PLS-SEM), através da utilização do *software SmartPLS* (Ringle; Wende; Becker, 2024). A modelagem de equações estruturais com estimação por mínimos quadrados parciais viabiliza a avaliação de relações entre constructos, sendo resistente à ausência de normalidade multivariada e, também, viabilizando amostras menores (Bido; Silva, 2019). A segunda fase será qualitativa, por ter como objetivo estudar o tema para entendê-lo em sua completude, por meio de entrevistas com especialistas em Indústria 4.0 e com os resultados da pesquisa quantitativa.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa de natureza básica objetiva a geração de conhecimentos novos para o progresso da ciência, porém sem a previsão de aplicação prática. A pesquisa básica une estudos que possuem como objetivo preencher lacunas no conhecimento (Gil, 2010).

Este trabalho é caracterizado como de natureza básica, pois possui em si a possibilidade de auxiliar com a produção e difusão de conhecimentos relacionados à Indústria 4.0, em especial quanto a fatores prontamente relacionados ao trabalhador nas novas indústrias, compreendendo informações pertinentes para os pesquisadores desta área, aos trabalhadores e à sociedade como um todo.

A proposta de metodologia deste trabalho está alinhada com a conceitualização de métodos mistos. O uso dos métodos mistos, elaborado para o campo de ciências sociais, considera que exista interdependência entre a abordagem quantitativa e a qualitativa para o aprofundamento em uma determinada pesquisa (Sweetman; Badiie; Creswell, 2010). As técnicas de pesquisas utilizadas para o levantamento de informações são os questionários, os formulários e as entrevistas (Heerdt; Leonel, 2007).

Com a pesquisa descritiva pretende-se verificar a importância das competências requeridas dos futuros profissionais na visão de professores, instrutores e educadores, no cenário da Indústria 4.0 e a relação com a prontidão tecnológica individual e com o comportamento de inovação individual. A importância das competências se dá pela busca da qualificação da base industrial que passa pelo fomento da inovação, pois a ampla oferta de tecnologias provenientes da Indústria 4.0 eleva o grau de conhecimento, habilidades e aptidões que os trabalhadores devem possuir.

A pesquisa descritiva do tipo *survey* busca a obtenção de dados ou informações sobre características ou opiniões de determinado grupo de pessoas por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário. O pesquisador visa a descrição de características de certa população ou fenômeno, ou ainda, procura estabelecer relações entre variáveis (Prodanov; Freitas, 2013).

Heerdt e Leonel (2007) apontam alguns atributos da pesquisa descritiva: i) Espontaneidade, não há interferência do pesquisador, este somente observa as variáveis que, de modo espontâneo, vinculam-se ao fenômeno; ii) Naturalidade, estuda-se o fato em seu meio ambiente; iii) Elevada fase de subjetividade, as conclusões consideram o grupo de variáveis que possuem correlação com o tema estudado. Desta maneira, a pesquisa se classifica como descritiva, pois descreve as visões de especialistas, os respondentes fizeram uma avaliação com a atribuição de uma nota de zero a dez na formação e qualificação de pessoas para as novas indústrias, sem interferência na realidade ou intervenção nas afirmações dos participantes da pesquisa, de tal maneira que estes apresentaram seu ponto de vista baseados em conhecimento próprio e experiências ligadas ao tema.

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, optou-se pela abordagem de métodos mistos, pois houve a coleta e análise de dados quantitativos e qualitativos.

O estudo quantitativo observa questões sociais ou humanas, sendo composto por variáveis com números e estudado com metodologias estatísticas (Creswell, 2014). Com a pesquisa quantitativa é possível identificar características populacionais quantificáveis. O uso de métodos quantitativos analisa problemas sociais, sendo adequado para especificar atributos de grupos sociais ou contextos, observar efeitos de variáveis e suas relevâncias e para a compreensão de resultados de uma população de acordo com os resultados obtidos (Ramos, 2013). Assim, compreende-se que com a utilização do método quantitativo é possível identificar as principais competências requeridas do futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, segundo o ponto de vista dos professores, educadores e instrutores. As análises foram feitas por meio de processos estatísticos, permitindo o reconhecimento e dimensionamento dos atributos da população, sendo apropriado para a aplicação da abordagem quantitativa. A análise quantitativa utilizou modelagem de equações estruturais com o uso do *software SmartPLS* (Ringle; Wende; Becker, 2024), além do uso da ferramenta SPSS para análises estatísticas.

Existem situações em que a pesquisa possui dados sem aderência a uma distribuição normal multivariada, modelos complexos, poucos dados e/ou modelos com suporte teórico com pouca robustez (Bido; Silva, 2019). Com isso, a modelagem de equações estruturais baseadas em covariância (CB-SEM) ou modelos de estimação de ajuste de máxima verossimilhança (MLE) não são indicados, sendo recomendada a modelagem de equação estrutural baseada em variância (VB-SEM) ou modelos de estimação de ajuste de mínimos quadrados parciais (PLS) (Hair *et al.*, 2019; Bido; Silva, 2019). Basicamente, a diferença entre CB-SEM e VB-SEM está no tratamento dos dados, isto é, na CB-SEM as regressões lineares múltiplas são feitas simultaneamente, e na VB-SEM primeiro são calculadas as correlações entre os constructos e suas variáveis e posteriormente são feitas regressões lineares entre constructos (Ringle; Silva; Bido, 2014).

O enfoque qualitativo aplica-se no entendimento do ponto de vista das pessoas frente aos episódios que os rodeiam, mediante opiniões e experiências (Sampieri; Collado; Lucio, 2013). A pesquisa qualitativa é o método apropriado quando o fenômeno a ser observado é a comunicação e não um comportamento (Malhotra, 2001). A análise de conteúdo busca detalhar o contexto, indicando a importância das respostas do entrevistado (Martins; Theóphilo, 2007). Com isso, o uso da abordagem qualitativa se fundamenta na procura da compreensão e

entendimento de especialistas sobre as ocorrências sob o ponto de vista de suas vivências e experiências. A análise qualitativa visa estudar o tema para entendê-lo em sua completude, através de entrevistas.

Após a realização da pesquisa de campo descritiva, houve a realização de entrevistas. As entrevistas são semiestruturadas, pois permitem uma característica mais ajustável, propiciando o surgimento de informações e favorecendo a análise.

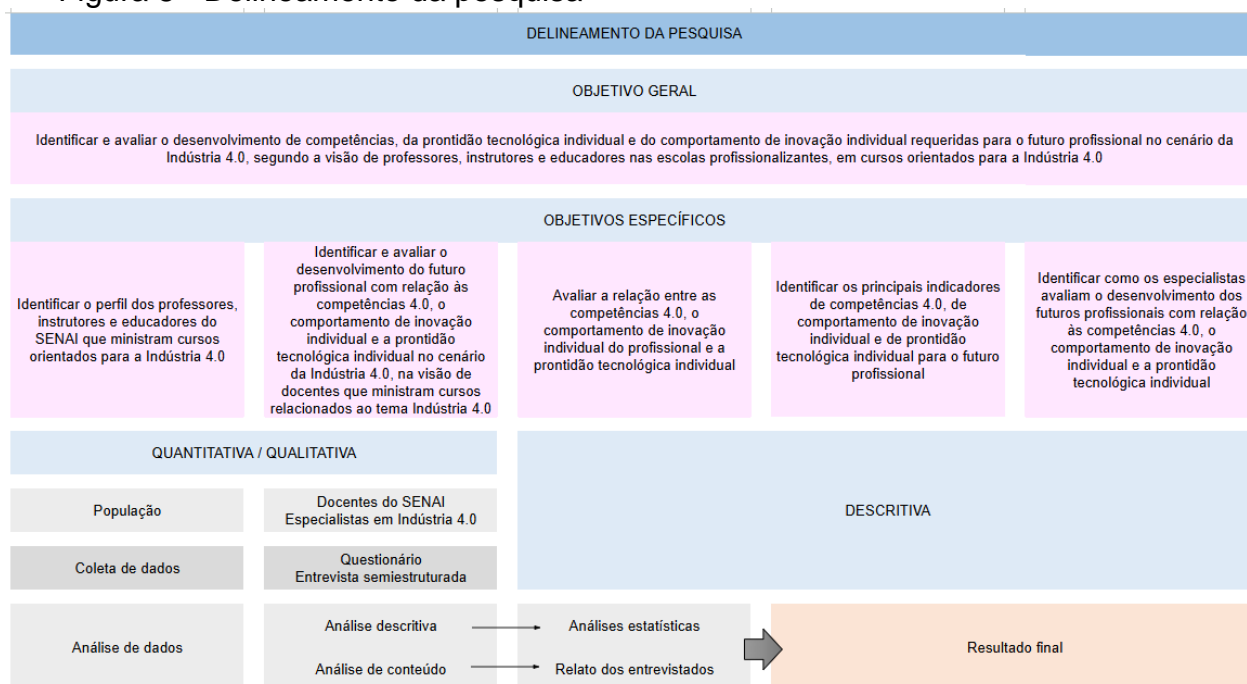
A entrevista semiestruturada tolera um roteiro definido previamente, sendo as questões realizadas como um diálogo informal. No decorrer da conversa o pesquisador pode conduzir ao tema do seu maior interesse ou que deixou lacunas por parte do entrevistado. Apesar de a entrevista possuir uma estrutura geral, há a tolerância para que outras perguntas sejam realizadas, ocasionando em explicações singulares e sinceras (Boni; Quaresma, 2005).

Este trabalho utilizou o estudo explanatório sequencial, que tem início em uma fase quantitativa e, em sequência, tem uma fase qualitativa. Assim, os resultados alcançados na fase qualitativa amparam a interpretação ou explicação dos resultados da fase quantitativa (Galvao; Pluye; Ricarte, 2017). As entrevistas foram feitas com especialistas em Indústria 4.0, pelo conhecimento e vivência nas áreas relacionadas ao tema em estudo. Foram considerados especialistas os supervisores de cursos, gestores e membros do conselho regional do SENAI.

A proposta de utilização de métodos quantitativos e qualitativos, simultaneamente, se sustenta no reconhecimento de dois métodos como um caminho consistente de apoio no resultado de problemas científicos, aumentando a força do objeto de pesquisa (Araújo; Gomes; Lopes, 2012). Em alguns casos, apenas um dos métodos não satisfaz a compreensão do contexto observado, assim outras interpelações podem ser essenciais e aplicadas complementarmente (Minayo; Sanches, 1993).

As principais características e o procedimento metodológico adotado para a realização da pesquisa são apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

3.1 População e Amostra

Entende-se que o universo da pesquisa ou população é a totalidade de indivíduos com atributos iguais ou similares definidos para uma pesquisa. De modo geral, os estudos sociais abrangem um amplo universo de elementos, não havendo possibilidade de levar em consideração a sua integralidade. Com isso, usualmente utiliza-se uma amostra, em outras palavras, um subconjunto de participantes que compõem o universo. Através de uma amostra representativa, realiza-se a universalização e compreende-se de modo estatístico sobre essa população (Hair *et al.*, 2006).

Para estimar o tamanho da amostra para MME no *SmartPLS* utilizou-se o *software G*Power* (Faul *et al.*, 2009). Hair *et al.* (2022) recomendam considerar o maior número de preditores, neste caso, dois (comportamento de inovação individual recebe de competências e de prontidão tecnológica individual), conforme a Figura 10, pois para o PLS é este quem decide a amostra mínima a ser usada, tamanho do efeito (f^2) mediano de 0,15, significância de 0,05 e poder como 0,80. Com isso, a amostra mínima a ser calculada deve ser de 68 casos, mas para se ter um modelo mais consistente deve-se utilizar o dobro desse valor, ou seja, 136 casos.

Como lócus da pesquisa optou-se pelo SENAI. O primeiro contato com o SENAI realizou-se através de uma reunião na sede da diretoria regional de São Paulo, localizada na Avenida Paulista, estavam presentes o Diretor Regional, a Gerente de Educação, dois Assessores Técnicos da Diretoria Regional, o Supervisor de Organização e Política Educacional e o membro do Conselho Regional representante do Ministério da Educação. Após a apresentação do tema e dos objetivos do trabalho para os participantes da reunião, o Diretor Regional informou que o SENAI daria o suporte necessário para a realização da pesquisa, pois o tema é de interesse e relevância para o SENAI. Posteriormente, houve a análise e a aprovação do setor jurídico e a assinatura de carta de anuência por parte da Gerente de Educação.

Com a oportunidade de se alcançar os dados que se pretendia analisar e pela quantidade possível de coleta, no estudo quantitativo, utilizou-se uma amostra não probabilística formada por professores, instrutores e educadores atuantes nas escolas profissionalizantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), no âmbito do Estado de São Paulo. A escolha dos professores, instrutores e educadores se deve à importância da atribuição desempenhada na instituição, sendo responsáveis pelo ensino e aprendizagem dos futuros profissionais que atuarão nas empresas no cenário da Indústria 4.0.

Os professores, instrutores e educadores possuem contato direto com os futuros profissionais, realizando orientação e avaliação de alunos para o desenvolvimento pessoal e profissional, uma vez que os cursos são baseados em competências. Estes atuam como professores na instituição há mais de um ano, possuem formação superior e estavam ministrando pelo menos uma disciplina no momento em que o instrumento de pesquisa foi aplicado.

As entrevistas, com base nos resultados da pesquisa quantitativa, foram realizadas com especialistas ligados ao SENAI, pelo conhecimento e vivência nas áreas relacionadas ao tema em estudo. Foram considerados especialistas os supervisores de cursos, gestores e membros do conselho regional. A próxima seção apresentará o lócus da pesquisa.

3.3.1 Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)

As reestruturações na educação que ocorreram a contar do ano de 1930 estão relacionadas com um interesse político educacional em sintonia com o capitalismo da época. Devido ao desenvolvimento industrial, verifica-se uma demanda crescente de trabalhadores formados em educação técnica para ocupação em colocações na indústria. Assim, o Decreto-Lei nº 4048/1942 criou o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), que tem como finalidade a elaboração e a execução de programas de educação profissional e a cooperação na promoção de pesquisas tecnológicas de relevância industrial (Silva, 2010).

Para o atendimento das necessidades urgentes, no começo, o SENAI estruturou cursos rápidos para preparar novos trabalhadores, além de cursos de aperfeiçoamento para os operários que já tinham algum tipo de formação. Deste modo, em 1943, organizou-se o curso de Iniciação em Ensino Industrial para técnicos do SENAI. O curso possuía caráter didático e intensivo, sendo cursado por trabalhadores de cargos técnicos (Santos, 2016).

No final da década de 1950, com a aceleração do processo industrial pelo presidente Juscelino Kubitschek, o SENAI marcava presença em diversos Estados brasileiros, tornando-se modelo de formação de profissionais, sendo referência para a criação de organizações semelhantes no Peru, Chile, Argentina e Venezuela (Assis; Lima, 2012). Na década de 1960, o SENAI realizou investimentos em cursos pautados na formação profissional, intensificando o treinamento em empresas e buscando colaborações com o Ministério da Educação, com o Ministério do Trabalho e com o Banco Nacional da Habitação. A partir de 1980, com a transformação da economia devido à crise econômica, o SENAI investiu em tecnologia e crescimento do corpo técnico, além do uso de unidades móveis em cidades onde não existiam escolas fixas. Houve a expansão de serviços como o de assistência às empresas, investimento em tecnologia de ponta e instalação de centros de ensino para realização de pesquisas e desenvolvimento da tecnologia (Santos, 2016).

Atualmente, as escolas SENAI disponibilizam cursos para 28 setores industriais, os cursos vão desde a iniciação profissionalizante, passando pela graduação, até a pós-graduação. Desde a sua criação, os cursos formaram mais de 73 milhões de profissionais. A metodologia de ensino possui conexão com as necessidades do mercado, com o avanço de competências e com a incorporação de teorias e práticas, tendo como resultado a valorização dos profissionais no mercado, com empregabilidade acelerada e com crescimento salarial (SENAI, 2020).

De acordo com o relatório de atividades do SENAI (2020) no ano de 2019 foram ofertados 350 cursos à distância, com 2.330.207 de matrículas em educação profissional e tecnológica, verifica-se que 93,6% das indústrias preferem contratar profissionais formados pelo SENAI. Há pouco tempo houve o investimento em bancadas didáticas que representam o processo de produção de uma indústria nos moldes da Quarta Revolução Industrial. O SENAI possui 583 unidades operacionais no território brasileiro, 58 institutos de tecnologia e 26 institutos de inovação.

Segundo Silva (2010), os treinamentos oferecidos pelo SENAI atendem a uma parte da economia que contempla as atividades industriais, e os cursos possuem sustento através de colaboração imposta aos trabalhadores das indústrias. O SENAI possui financiamento público, porém tem administração privada, sendo assim a organização da cadeia de capacitação do trabalhador para a indústria brasileira.

O Estado, com o intuito de ampliar seu parque industrial, determinou um programa de modernização tecnológica. Com isso, para assegurar seus compromissos, foi decretada a lei 6.246/1944, regulamentando o sistema de cobrança da contribuição devida ao SENAI, assim a instituição se manteria com o recolhimento de um por cento sobre o montante da remuneração paga pelas indústrias a todos os trabalhadores. Nesse período surgiu o Sistema S, um conjunto de serviços orientados para o desenvolvimento da indústria, varejo e serviços (Granela, 2021). A Tabela 4 apresenta as instituições participantes do Sistema S.

Tabela 4 - Sistema S

Instituição	Atuação
SESI - Serviço Social para a Indústria	Área industrial, disponibiliza áreas de lazer culturais e de saúde para os trabalhadores e associados.
SESC - Serviço Social para o Comércio	Comércio, disponibiliza opções de cultura, esporte e lazer.
SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial	Varejo, orientada para a capacitação por meio de cursos de curta e longa duração para o trabalho em atividades do comércio de bens, serviços e turismo, pertinentes à demanda social.
SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas	Disponibiliza educação e assessoria para micro e pequenas empresas, como abertura, regularização e manutenção dos negócios, além de diversos cursos.
SESCOOP - Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo	Possui como objetivo a capacitação dos trabalhadores para atuar em cooperativas, oferecendo soluções para o desenvolvimento sustentável para as cooperativas.
SEST - Serviço Social do Transporte	Disponibiliza recursos de lazer, cultura e esportes.
SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial	Possui como objetivo elevar a competitividade da indústria, por meio da educação profissional e da inovação e tecnologia
SENAT - Serviço Nacional de	Disponibiliza cursos e aprimoramento profissional para

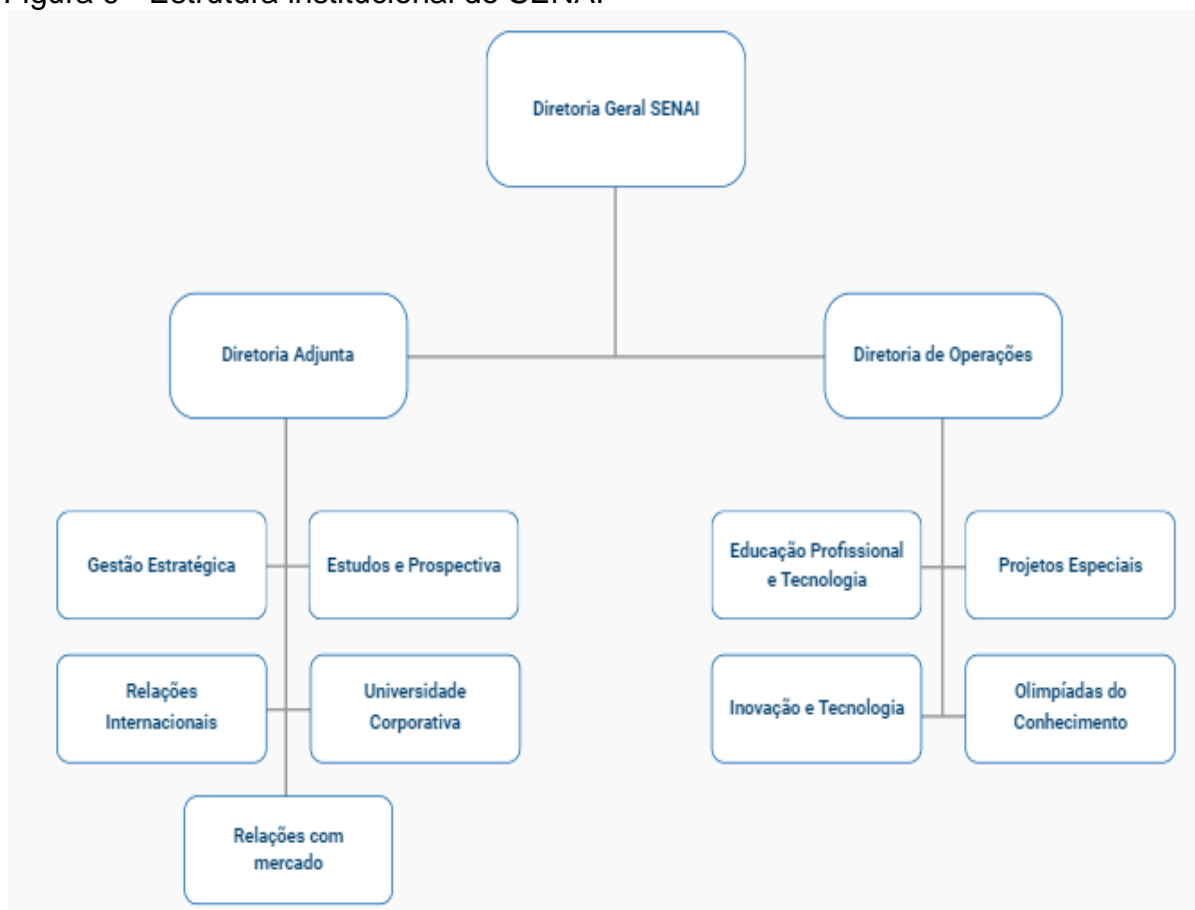
Instituição	Atuação
Aprendizagem do Transporte	trabalhadores do transporte.
SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural	Setor agropecuário, oferece formação e profissionalização de trabalhadores do meio rural.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O SENAI faz parte do Sistema Indústria, e a Confederação Nacional da Indústria (CNI) é a responsável pelo aprimoramento de políticas e leis que incentivam o sistema produtivo industrial brasileiro (SENAI, 2020).

A estrutura administrativa do SENAI conta com um Conselho Nacional, com jurisdição em todo o território brasileiro, e com Conselhos Regionais, com jurisdição nos Estados e no Distrito Federal (SENAI, 2020). A Figura 9 apresenta a estrutura institucional do SENAI.

Figura 9 - Estrutura institucional do SENAI



Fonte: Portal da Indústria (2023, n.p.)

A pauta sobre a Indústria 4.0 no SENAI teve origem com o projeto Indústria+Avançada que tinha como objetivo o apoio ao desenvolvimento da manufatura avançada em pequenas e médias empresas (Portal da Indústria). O

projeto possuía cinco estágios: mapeamento de necessidades da indústria; criação de projetos pilotos na indústria; desenvolvimento de competências e soluções; quantificação de resultados; e escalonamento de soluções para a indústria (Portal da Indústria).

No Estado de São Paulo, o SENAI conta com uma estrutura composta por 96 Centros de Formação Profissional, 18 Faculdades de Tecnologia, 4 Institutos SENAI de Inovação, 10 Institutos SENAI de Tecnologia. O número total de colaboradores do SENAI SP é de 7.246 (SENAI, 2023a).

A unidade do SENAI-SP de São Caetano do Sul, buscando enfrentar as adversidades da Indústria 4.0, implementou, no ano de 2017, uma planta modelo da Indústria 4.0 em colaboração e parceria com a ABIMAQ, empresas, *startups* e institutos de ensino. Desse modo, o conceito de “*OpenLab*”, proporciona às empresas testagem de tecnologias e aos discentes o aprendizado na prática sobre manufatura avançada, contando com robôs, célula de soldagem, sensores, gravadores a *laser* e centros de usinagem (PITSJC).

Segundo o Parque Tecnológico São José dos Campos (PITSJC), o SENAI de São Caetano do Sul é considerado uma instituição de referência em Indústria 4.0. A instituição mantém convênios internacionais com a Boston Consulting Group e a Nokia, realizando pesquisas para o desenvolvimento da tecnologia 5G e, também, possui parceria com a Oracle para desenvolvimento de inteligência artificial, *machine learning* e análise de dados.

Além da Escola SENAI “Armando de Arruda Pereira”, a unidade conta com estrutura para o Instituto SENAI de Tecnologia com foco em Indústria 4.0. O Instituto atua para o desenvolvimento de soluções para as indústrias, referente ao amadurecimento e integração de projetos, visando melhorar a produtividade através de incentivos tecnológicos.

Atualmente, o SENAI disponibiliza cinco modalidades de educação profissional: técnico de nível médio, iniciação profissional, aperfeiçoamento profissional, pós-graduação e pílulas de conhecimento. A Tabela 5 apresenta as modalidades e os cursos de educação profissional que são oferecidos pelo SENAI.

Tabela 5 - Modalidades e cursos de educação profissional do SENAI

Modalidade	Curso
Técnico de nível médio	Técnico em informática
Iniciação profissional	Desvendando a indústria 4.0

Modalidade	Curso
Aperfeiçoamento profissional	Segurança cibernética Programação móvel para <i>Internet of Things</i> Explorando <i>Big Data</i> e Conectando-se à Indústria 4.0
Pós-Graduação	MBI em Indústria avançada: Confeção 4.0 Indústria 4.0 e Indústria 4.0 (EAD) MBI em Indústria avançada Manufatura enxuta e avançada – <i>Lean 4.0</i> MBA em Gestão de projetos aplicados a inovação em Indústria 4.0 <i>Smart factory</i>
Pílulas de conhecimento (<i>microlearning</i>)	<i>Internet</i> das Coisas Customização em massa no contexto da Indústria 4.0 Apresentando a indústria da Música 4.0

Fonte: Adaptado de SENAI (2023)

Através de formação em educação profissional o SENAI vem exercendo função essencial junto à força de trabalho no país com capacitação técnica e profissional consistente e em sintonia com as necessidades do setor industrial. Desse modo, auxilia o país a ultrapassar os desafios da educação e na aquisição das competências necessárias para se tornar mais competitivo nessa Indústria 4.0 (SENAI, 2020).

3.2 Matriz de Amarração

A matriz de amarração objetiva a avaliação de coerência do estabelecimento de relações entre as dimensões e decisões que uma pesquisa se encaminha, com isso é possível a análise da conexão entre os objetivos da pesquisa, questões e técnicas de análise planejadas para o tratamento dos dados (Mazzon, 1981).

Com o intuito de favorecer a compreensão, realizando o detalhamento do delineamento da pesquisa e com o objetivo de proporcionar uma ampla perspectiva da pesquisa, elaborou-se a matriz de amarração da pesquisa, sendo apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 - Matriz de amarração

Problema de pesquisa: Quais as competências requeridas para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0 que contribuem para sua prontidão tecnológica individual e no seu comportamento de inovação individual, segundo a visão de professores, instrutores e educadores de escolas profissionalizantes, em cursos orientados para a Indústria 4.0?				
Objetivos	Fundamentação teórica	Pontos de investigação	Coleta de	Análise de dados

Geral	Específicos			dados	
<p>Identificar e avaliar o desenvolvimento de competências, da prontidão tecnológica individual e do comportamento de inovação individual requeridas para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, segundo a visão de professores, instrutores e educadores nas escolas profissionalizantes, em cursos orientados para a Indústria 4.0</p>	<p>Identificar o perfil dos professores, instrutores e educadores do SENAI que ministram cursos orientados para a Indústria 4.0</p>	<p>Mudanças no perfil do trabalhador e mudanças das competências - Dombrowski e Wagner (2014); Reconhecimento do capital humano - Dutra (2001); Indicadores de competências para a Indústria 4.0 - World Economic Forum (2016); Rossi Filho (2021). Entendimento de inovação individual - Scott e Bruce (1994); Indicadores do comportamento de inovação individual para a Indústria 4.0 - Juwita et al. (2020). Entendimento de prontidão individual - Silva (2019); Indicadores de prontidão tecnológica individual para a Indústria 4.0 - Juwita et al. (2020).</p>	<p>Qual o perfil dos docentes do SENAI que ministram cursos orientados para a Indústria 4.0?</p>	<p>Q U E S T I O N Á R I O</p>	<p>Estatística descritiva</p>
	<p>Identificar e avaliar o desenvolvimento do futuro profissional com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual no cenário da Indústria 4.0, na visão de docentes que ministram cursos relacionados ao tema Indústria 4.0</p>		<p>Qual o desenvolvimento do futuro profissional com relação às competências, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual?</p>	<p>Q U E S T I O N Á R I O</p>	<p>Estatística descritiva</p>
	<p>Avaliar a relação entre as competências 4.0, o comportamento de inovação individual do profissional e a prontidão tecnológica individual</p>		<p>Qual a relação entre as competências, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual?</p>	<p>Q U E S T I O N Á R I O</p>	<p>Estatística descritiva e modelagem de equações estruturais</p>
	<p>Identificar os principais indicadores de competências 4.0, de comportamento de inovação individual e de prontidão tecnológica individual para o futuro</p>		<p>Quais os indicadores mais significativos de competências 4.0, de prontidão tecnológica individual e de comportamento de inovação individual?</p>	<p>Q U E S T I O N Á R I O</p>	<p>Estatística descritiva e modelagem de equações estruturais</p>

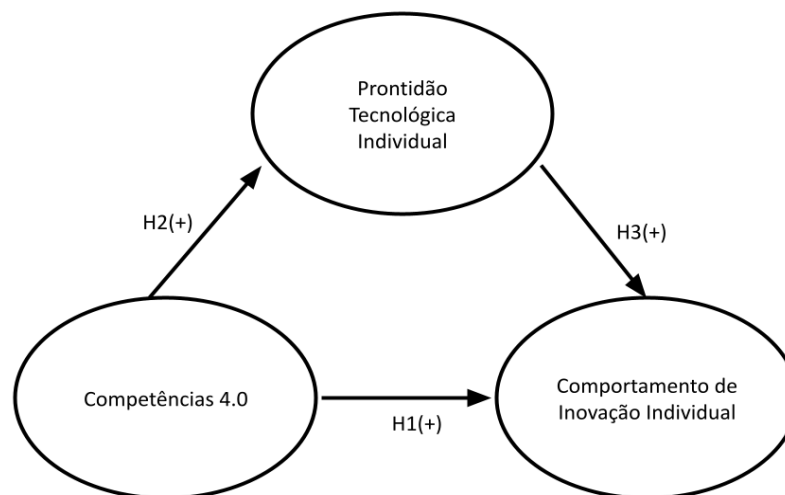
	profissional			
	Identificar como os especialistas avaliam o desenvolvimento dos futuros profissionais com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual		Como os especialistas avaliam o desenvolvimento dos futuros profissionais com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual?	ENTREVISTA Análise de conteúdo

Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Modelo Conceitual e Indicadores

Este estudo visa identificar a relação entre as competências, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual para enfrentar a Indústria 4.0. O modelo proposto baseia-se em competências 4.0 e a prontidão tecnológica individual, estabelecendo uma relação com o comportamento de inovação individual, testado junto aos professores, educadores e instrutores dos cursos profissionalizantes do SENAI. A Figura 10 apresenta o modelo conceitual das Competências com a Indústria 4.0.

Figura 10 - Modelo conceitual de Competências 4.0, Comportamento de Inovação Individual e Prontidão Tecnológica Individual



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Os efeitos do domínio das competências na prontidão tecnológica individual e no comportamento de inovação individual foram medidos utilizando o método SEM PLS. Este método foi utilizado no estudo devido ao fato de SEM PLS ter um maior nível de força estatística em situação da complexidade da estrutura do modelo. A correlação e os efeitos entre as variáveis foram examinados com o auxílio do *software Smart PLS 4* (Ringle; Wende; Becker, 2024).

As hipóteses de pesquisa são as seguintes:

H1: Competências têm um efeito positivo no Comportamento de Inovação Individual;

H2: Competências 4.0 têm um efeito positivo na Prontidão Tecnológica Individual;

H3: A Prontidão Tecnológica Individual tem um efeito positivo sobre o Comportamento de Inovação Individual.

Os indicadores de Competências 4.0 são: Criatividade; Pensamento Analítico/Crítico; Resolução de Problemas Complexos; Julgamento e Tomada de Decisão; Habilidades de Manutenção e Reparo; Controle da Qualidade;

Conhecimento das Tecnologias da Indústria 4.0; Adaptabilidade e Flexibilidade; Inovação; e Análise/Visão Sistêmica.

Os indicadores de Comportamento de Inovação Individual são: Capacidade de Explorar Novas Oportunidades; Nova Geração de Ideias; Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço; Defesa de uma Nova Ideia; Implementação de Novas Ideias; Capacidade de Resolução de Problemas; e Capacidade de Construção de Rede.

Os indicadores de Prontidão Tecnológica Individual são: Colaboração; Compartilhamento de Conhecimento; Operação Baseada em Dados; *E-learning*; Abertura para Novas Tecnologias; Valor das Tecnologia da Informação e Comunicação; Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação; e Nova Habilidade em Tecnologia da Informação e Comunicação.

Os indicadores que refletem as variáveis Competências, Comportamento de Inovação Individual e Prontidão Tecnológica Individual podem ser vistos na Quadro 12.

Quadro 12 - Indicadores de Competências 4.0, Comportamento de Inovação Individual e Prontidão Tecnológica Individual

Variável	Rótulo	Indicador	Fonte
Competências 4.0	CO1	Criatividade	ONET; Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Grzybowska e Anna (2017); Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
	CO2	Pensamento Analítico/Crítico	ONET; Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Grzybowska e Anna (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
	CO3	Resolução de Problemas Complexos	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
	CO4	Julgamento e Tomada de Decisão	ONET; Costa (2018); Filipowicz (2016); Grzybowska e Anna (2017); Kagermann, Helbig e Wahlster (2013); Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
	CO5	Habilidades de Manutenção e Reparo	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
	CO6	Controle da Qualidade	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
	CO7	Conhecimento das Tecnologias da Indústria 4.0	Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
	CO8	Adaptabilidade e Flexibilidade	ONET; Costa (2018); Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Prifti <i>et al.</i> (2017)
	CO9	Inovação	ONET; Costa (2018); Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017)
	CO10	Análise/Visão Sistêmica	ONET; Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017)

Variável	Rótulo	Indicador	Fonte
Comportamento de Inovação Individual	CII1	Capacidade de explorar novas oportunidades	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010)
	CII2	Nova geração de ideias	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010); Wu, Parker e Jong (2014); Shin <i>et al.</i> (2017)
	CII3	Capacidade de adotar um novo produto/serviço	Scott e Bruce (1994); Kamil e Yuliandra (2017)
	CII4	Defesa de uma nova ideia	Jong e Hartog (2010)
	CII5	Implementação de novas ideias	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010); Wu, Parker e Jong (2014); Shin <i>et al.</i> (2017)
	CII6	Capacidade de resolução de problemas	Scott e Bruce (1994); Kamil e Yuliandra (2017)
	CII7	Capacidade de construção de rede	Scott e Bruce (1994); (Kamil e Yuliandra (2017)
Prontidão Tecnológica Individual	PR1	Colaboração	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
	PR2	Compartilhamento de conhecimento	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
	PR3	Operação baseada em dados	Lichtblau <i>et al.</i> (2015); Akdil, Ustundag e Cevikcan (2017)
	PR4	<i>E-learning</i>	Akdil, Ustundag e Cevikcan (2017)
	PR5	Abertura para novas tecnologias	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
	PR6	Valor das TIC	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
	PR7	Aplicação das TIC	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
	PR8	Nova habilidade em TIC	Sony e Naik (2020)

Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

Para a avaliação do modelo proposto utilizou-se o PLS-SEM, sendo dividido em dois estágios, a saber, avaliação do modelo de mensuração (modelo externo) e avaliação do modelo estrutural (modelo interno).

De acordo com Hair *et al.* (2022) e Ringle, Silva e Bido (2014) a avaliação do modelo de mensuração baseia-se no seguinte:

- Validade convergente: medida em que o constructo converge para explicar a variância de seus indicadores. A métrica utilizada é a Variância Média Extraída - AVE (*Average Variance Extracted*), em que o mínimo aceitável é de 0,50. Um AVE de 0,50 ou maior indica que o constructo explica 50% ou mais da variação dos indicadores.
- Validade discriminante: mede a extensão para o qual um constructo é empiricamente distinto de outros constructos. No nível dos indicadores as cargas fatoriais devem ser maiores que as cargas cruzadas. Pelo critério de Fornell-Larcker comparam-se as raízes quadradas dos valores das AVEs de cada constructo com as correlações de Pearson

entre as variáveis latentes. As raízes quadradas das AVEs devem ser maiores que as correlações dos constructos.

- Consistência interna (Confiabilidade Composta e Alfa de Cronbach): os valores em Confiabilidade Composta devem ser superiores a 0,70 (em pesquisas exploratórias valores de 0,70 e 0,90 são considerados adequados) e valores de Alfa de Cronbach acima de 0,60 e 0,70 são considerados adequados.
- Confiabilidade do indicador: um indicador de carga externa é recomendado acima de 0,70 pois indica que o constructo explica mais de 50% do indicador, portanto, fornecendo confiabilidade aceitável do indicador. Indicador com carga menor que 0,40 e 0,70 deve ser considerado para remoção se, ao ser excluído o indicador, leva a um aumento na confiabilidade de consistência interna.
- Confiabilidade de consistência: a confiabilidade de consistência é calculada utilizando-se a confiabilidade composta e o Alfa de Cronbach. O valor varia de 0 a 1, onde 1 é a confiabilidade perfeita da estimativa.

A avaliação do modelo estrutural segue as seguintes regras, de acordo com Hair *et al.* (2022) e Ringle, Silva e Bido (2014):

- Teste t de Student: avaliação das significâncias das correlações e regressões, considera-se t maior ou igual a 1,96.
- O coeficiente de determinação de Pearson (R^2) é usado para determinar a qualidade do modelo ajustado. O R^2 representa a variância explicada em cada um dos constructos endógenos. Quanto maior o R^2 , maior o poder explicativo do modelo, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra. Como diretriz geral, R^2 com valores de 26%, 13% e 2% podem ser considerados substancial, moderado e fraco, respectivamente.
- Tamanho do efeito (f^2) ou indicador de Cohen é usado para avaliar a contribuição da variável exógena para o valor de R^2 da variável latente endógena. Quanto maior o valor, mais significativa a contribuição da variável exógena na descrição da variável endógena. O valor de f^2 igual a 0,02 demonstra o nível de pequena contribuição, o valor de f^2 igual a

0,15 demonstra o nível de média contribuição e o valor de f^2 igual a 0,35 demonstra o nível de grande contribuição.

- VIF (*Variance Inflation Factor*). Quanto maior o valor de VIF, maior o nível de colinearidade. Valores maiores ou iguais a 5 indicam problema de colinearidade.
- Aceitação ou rejeição das hipóteses são determinados com base em valores de teste significativos. No teste de hipótese define-se a hipótese nula (H_0), que é considerada verdadeira. A hipótese nula é rejeitada a 5%.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados (Apêndice A) respondido pelos educadores, instrutores e professores das escolas profissionalizantes do SENAI é composto por um conjunto de indicadores, a partir das variáveis competência, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual.

Para esta pesquisa o questionário foi um dos métodos utilizados, a coleta e o processamento de dados foram gerenciados pela plataforma gratuita *Google Forms*, sendo adotada uma escala do tipo Likert com onze itens, de 0 a 10 (onde 0 refere-se a Nenhum desenvolvimento e 10 refere-se a Totalmente desenvolvido), o que permitiu mensurar e determinar o grau de intensidade das afirmações. O questionário elaborado pergunta aos respondentes sobre o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 dado a cada indicador constante no Quadro 12.

O instrumento de coleta de dados está dividido em 2 blocos para o cumprimento do objetivo geral e dos objetivos específicos da pesquisa. O primeiro bloco se refere ao perfil dos respondentes, caracterizando os atributos dos educadores, professores e instrutores. O bloco seguinte apresenta afirmações relacionadas aos indicadores das variáveis competências 4.0, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual.

Para que o instrumento de pesquisa se torne confiável e adequado, este foi submetido à análise de especialistas, assim as devidas correções e ajustes foram realizados. A validação se deu em torno do conteúdo, linguagem utilizada e a redação da questão, bem como o *layout* estabelecido.

A fase qualitativa deste trabalho teve por objetivo entrevistar de forma semiestruturada especialistas em Indústria 4.0 e que tivessem relação com o SENAI, de maneira a proporcionar representatividade de pontos de vista variados sobre o tema e dos resultados da pesquisa quantitativa. Todas as entrevistas foram gravadas, e o áudio colaborou com a transcrição das respostas e contribuições realizadas pelos especialistas com maior nível de detalhes.

O instrumento de pesquisa era um roteiro semiestruturado (Apêndice B) contendo 11 questões divididas em três subgrupos: caracterização do perfil dos respondentes, principais considerações acerca dos indicadores de competências 4.0, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual mais e menos desenvolvidos na visão dos docentes do SENAI, e indicadores mais significativos do modelo.

O processo para obter as entrevistas foi iniciado com o contato via mensagem eletrônica solicitando a participação do especialista em uma chamada de vídeo (Google Meet) com o objetivo de obter comentários sobre os resultados da *survey*. Nas interações realizadas, os especialistas concordaram em participar e agendaram a entrevista, sendo assim o *link* da videochamada foi enviado.

Na apresentação dos resultados das entrevistas os especialistas não foram identificados, com o intuito de garantir o sigilo das informações e preservar a identidade dos colaboradores. Na apresentação dos resultados do conteúdo das entrevistas, foi aplicada a codificação: especialista E1, E2, E3 e E4. Diante do exposto, a seção seguinte apresenta como se deu a validação do instrumento de pesquisa.

3.4.1 Validação do instrumento de pesquisa

O instrumento elaborado para a coleta de dados foi submetido à análise e apreciação de seis especialistas, assim, os apontamentos e sugestões permitiram a adequação, tornando o instrumento confiável (Creswell, 2014).

A validação do instrumento de pesquisa contou com a participação de professores universitários, com formações diversas (Administração, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção), além de possuírem conhecimento sobre o tema e o ambiente de estudo.

Para a validação, o instrumento foi encaminhado aos especialistas via *e-mail*, com solicitação de análise de clareza e conteúdo, para verificar se havia aderência ao objetivo deste trabalho. Os apontamentos realizados no questionário foram acolhidos pela pesquisadora, a saber: para que o instrumento tivesse um entendimento uniforme dos respondentes, houve a inserção da descrição de cada um dos indicadores; levando em consideração a repetição dos enunciados, acatou-se a sugestão de alterar a formatação do questionário; para que o respondente tivesse o entendimento dos indicadores, houve a reformulação de alguns termos. O Quadro 13 apresenta os termos inicialmente utilizados e os termos modificados com base nas observações dos especialistas.

Quadro 13 - Termos iniciais e termos atuais

Termo inicial	Termo atual
Tecnologias da Indústria 4.0	Conhecimento das tecnologias da Indústria 4.0
Explorando novas oportunidades	Capacidade de explorar novas oportunidades
Defendendo uma nova ideia	Defesa de uma nova ideia
Construção de rede	Capacidade de construção de rede
Competência em Tecnologia da Informação e Comunicação	Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Diante das alterações do instrumento de coleta de dados, houve a validação deste, pois os apontamentos e recomendações indicados pelos especialistas foram acatados, tornando o instrumento apropriado e confiável.

Com o intuito de se prevenir possíveis dificuldades na aplicação do instrumento de coleta de dados, foi realizado um pré-teste para que a linguagem, o formato e outras características se alinhassem aos respondentes (Gil, 2019).

A validação do roteiro de entrevistas se deu com a participação de um gestor/supervisor em educação do SENAI por possuir conhecimento sobre o tema e ambiente de estudo.

O roteiro de entrevistas foi encaminhado via *e-mail* para o especialista com solicitação de análise de clareza e conteúdo. Os apontamentos realizados pelo especialista faziam menção à solicitação de comentários sobre o cenário nacional, pois os entrevistados não teriam o conhecimento e a dimensão dos demais cursos profissionalizantes no cenário nacional. O apontamento foi acatado pela pesquisadora.

Após a aplicação da metodologia, o capítulo seguinte apresenta a análise dos resultados obtidos na pesquisa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo discorre sobre os resultados encontrados na pesquisa. Como mencionado nos procedimentos metodológicos, o trabalho dividiu-se em duas partes, com isso, os resultados da pesquisa serão apresentados de acordo com as fases quantitativa e qualitativa.

4.1 Fase quantitativa

Nesta parte da análise apresentam-se os resultados quantitativos da pesquisa. Os dados coletados apresentam a caracterização da amostra dos participantes, seguida dos resultados dos testes estatísticos e da análise do modelo.

4.1.1 Caracterização do perfil dos respondentes

A caracterização dos respondentes ao questionário identifica as informações de gênero, faixa etária, grau de escolaridade, município em que o docente atua no SENAI e o tempo em que atua no SENAI.

A constituição da amostra final para execução da pesquisa foi determinada pela aplicação do questionário de investigação em formato de *survey* eletrônica. O instrumento foi viabilizado pela Gerência de Educação do SENAI em conjunto com o setor de Tecnologia da Informação do SENAI às escolas com o apoio direto dos diretores das unidades do Estado de São Paulo. O acesso ao questionário se deu através de uma URL que ficou disponível para preenchimento por sete semanas aos docentes do SENAI.

O instrumento de coleta teve um retorno de 551 respondentes. Os dados foram preparados com o objetivo de detectar valores ausentes, falhas de digitação e remoção dos *outliers* (Hair *et al.*, 2006). Inicialmente foram excluídos os questionários dos respondentes que não possuíam pelo menos um ano de atuação no SENAI e, posteriormente, os questionários com 100% de repetição de notas nas respostas, assim foram excluídos 63 questionários.

Com o intuito de detectar valores atípicos (*outliers*) foi calculada a distância de Mahalanobis, onde há a verificação se um caso específico no contexto de uma população é ou não um valor atípico através da combinação de duas ou mais

pontuações de variáveis. O procedimento de Mahalanobis é baseado em distância euclidiana quadrada generalizada que se adapta a variâncias desiguais (Hair *et al.*, 2019). Após o cálculo da distância de Mahalanobis foram excluídos 41 respondentes.

Com isso, para esta pesquisa foram considerados 447 respondentes, resultando assim na amostra considerada válida e utilizada neste trabalho.

4.1.1.1 Gênero

De um total de 447 docentes que responderam ao instrumento deste estudo, 68 indivíduos são do gênero feminino (15,2%) e 379 são do gênero masculino (84,8%). A Tabela 6 mostra os dados que caracterizam o perfil dos respondentes por gênero.

Tabela 6 - Gênero dos respondentes

Gênero	Frequência	Porcentagem	Porcentagem acumulativa
Feminino	68	15,2	15,2
Masculino	379	84,8	100,0
Total	447	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

4.1.1.2 Faixa etária

Sobre a faixa etária dos respondentes, a Tabela 7 mostra como estão distribuídos os docentes em cada faixa.

Tabela 7 - Faixa etária

Faixa etária	Frequência	Porcentagem	Porcentagem acumulativa
De 18 a 25 anos	11	2,5	2,5
De 26 a 35 anos	84	18,8	21,3
De 36 a 45 anos	152	34,0	55,3
>=46 anos	200	44,7	100,0
Total	447	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A maioria dos docentes que responderam ao questionário (44,7%) possuem 46 anos ou mais, representando 200 respondentes. A faixa etária de 36 a 45 anos compõe a segunda maior incidência, com 152 respondentes (34,0%). Os docentes

do SENAI com idade entre 18 e 35 anos contabilizam 21,3% da amostra pesquisada.

4.1.1.3 Grau de escolaridade

Com relação ao grau de escolaridade dos docentes que responderam ao questionário a Tabela 8 faz referência à formação dos respondentes desta pesquisa.

Tabela 8 - Grau de escolaridade

Formação	Frequência	Porcentagem	Porcentagem acumulativa
Ensino Superior Tecnológico	94	21,0	21,0
Ensino Superior Bacharelado	60	13,4	34,5
Ensino Superior Licenciatura	32	7,2	41,6
Pós-Graduação Especialização	221	49,4	91,1
Pós-Graduação Mestrado	34	7,6	98,7
Pós-Graduação Doutorado	6	1,3	100,0
Total	447	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Dos 488 respondentes observa-se que quase a metade (49,4%) possuem Pós-Graduação no nível de Especialização, ou seja, 221 docentes; seguido do Ensino Superior no nível Tecnológico, que apresenta 94 docentes (21,0%) com esta formação. A formação em *stricto sensu* representa apenas 8,9% da amostra pesquisada, ou seja, 40 docentes.

4.1.1.4 Município em que o docente atua no SENAI – SP

O município de atuação nas unidades do SENAI do Estado de São Paulo dos docentes que responderam ao instrumento de pesquisa pode ser verificado na Tabela 9.

Tabela 9 - Município de atuação

Município	Frequência	Porcentagem	Porcentagem acumulativa
Andradina	3	0,7	0,7
Araçatuba	12	2,7	3,4
Assis	1	0,2	3,6
Bariri	1	0,2	3,8
Barra Bonita	1	0,2	4,0
Bastos	1	0,2	4,3
Bauru	2	0,4	4,7

Município	Frequência	Porcentagem	Porcentagem acumulativa
Birigui	11	2,5	7,2
Boituva	6	1,3	8,5
Cabreúva	2	0,4	8,9
Campinas	43	9,6	18,6
Campo Limpo Paulista	17	3,8	22,4
Cândido Mota	1	0,2	22,6
Cerquilha	2	0,4	23,0
Cubatão	21	4,7	27,7
Diadema	1	0,2	28,0
Garça	1	0,2	28,2
Indaiatuba	21	4,7	32,9
Itapetininga	1	0,2	33,1
Itapeva	2	0,4	33,6
Itatiba	13	2,9	36,5
Itu	26	5,8	42,3
Jaguariúna	13	2,9	45,2
Jaú	6	1,3	46,5
Lençóis Paulista	13	2,9	49,4
Limeira	1	0,2	49,7
Marília	17	3,8	53,5
Mauá	1	0,2	53,7
Mogi das Cruzes	15	3,4	57,0
Paraguaçu Paulista	2	0,4	57,5
Paulínia	4	0,9	58,4
Penápolis	1	0,2	58,6
Pompeia	33	7,4	66,0
Porto Feliz	3	0,7	66,7
Rafard	10	2,2	68,9
Rio Claro	1	0,2	69,1
Santos	27	6,0	75,2
São Caetano do Sul	3	0,7	75,8
São Carlos	1	0,2	76,1
São Paulo	57	12,8	88,8
Sertãozinho	1	0,2	89,0
Sorocaba	28	6,3	95,3
Suzano	13	2,9	98,2
Tatuí	1	0,2	98,4
Tupã	1	0,2	98,7
Valinhos	2	0,4	99,1
Votorantim	1	0,2	99,3
Não responderam	3	0,7	100,0
Total	447	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A cidade de São Paulo é o município onde se concentram a maioria dos respondentes (12,8%), seguida de Campinas (9,6%), Pompéia (8%), Sorocaba (7,4%), Santos (6,0%) e Itu (5,8%). Dos 447 docentes que participaram desta

pesquisa, os respondentes desses municípios representam quase a metade (49,6%) da amostra. Foram citados 47 municípios do Estado de São Paulo e 3 participantes não quiseram identificar o município em que atuam.

4.1.1.5 Tempo em que o docente atua no SENAI – SP

Pode-se observar na Tabela 10 o tempo de atuação dos respondentes como docente nas unidades do SENAI do Estado de São Paulo.

Tabela 10 - Tempo de atuação

Anos	Frequência	Porcentagem	Porcentagem acumulativa
1	54	12,1	12,1
2	66	14,8	26,8
3	28	6,3	33,1
4	14	3,1	36,2
5	15	3,4	39,6
6	8	1,8	41,4
7	3	0,7	42,1
8	3	0,7	42,7
9	12	2,7	45,4
10	47	10,5	55,9
11	7	1,6	57,5
12	26	5,8	63,3
13	18	4,0	67,3
14	18	4,0	71,4
15	17	3,8	75,2
16	15	3,4	78,5
17	10	2,2	80,8
18	10	2,2	83,0
19	6	1,3	84,3
20	16	3,6	87,9
21	6	1,3	89,3
22	7	1,6	90,8
23	2	0,4	91,3
24	10	2,2	93,5
25	1	0,2	93,7
26	4	0,9	94,6
28	2	0,4	95,1
29	2	0,4	95,5
30	4	0,9	96,4
31	1	0,2	96,6
32	3	0,7	97,3
33	1	0,2	97,5
34	4	0,9	98,4
35	1	0,2	98,7
36	1	0,2	98,9
37	2	0,4	99,3
38	1	0,2	99,6
40	1	0,2	99,8
43	1	0,2	100,0

Total	447	100
--------------	------------	------------

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Os docentes que responderam ao questionário estão há poucos anos atuando no SENAI: 66 docentes (14,8%) estão em uma unidade do SENAI há 2 anos e 54 docentes (12,1%) possuem um ano de atuação. Os docentes com 10 anos de atuação no SENAI representam 10,5% da amostra, ou seja, 47 docentes.

Observa-se que 55,9% dos docentes que responderam ao questionário possuem um tempo de atuação de até 10 anos no SENAI. Os docentes com atuação de 11 a 20 anos representam 31,9% dos respondentes, seguidos de 8,3% os docentes com atuação entre 21 e 30 anos e por fim os docentes com atuação acima de 31 anos é de 3,4%. O docente que participou da pesquisa com maior tempo de atuação no SENAI possui 43 anos de trabalho.

4.1.1.6 Principais considerações acerca da caracterização dos respondentes

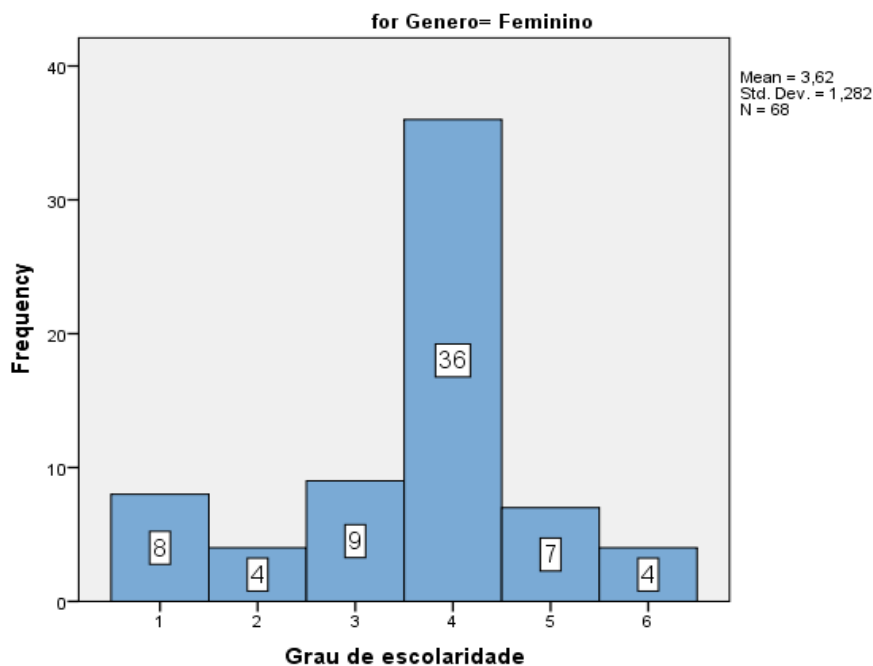
As características principais verificadas na pesquisa de campo que retratam o perfil dos respondentes são: a grande maioria dos respondentes é do gênero masculino (84,8%), a maioria com idade igual ou superior a 46 anos (44,7%), a maioria possui formação em pós-graduação no nível de especialização (49,4%), a maioria desenvolve atividades de docência no SENAI na cidade de São Paulo (12,8%) e a maioria está há 2 anos (14,8%) atuando no SENAI como docente.

4.1.1.7 Formação X Gênero

Em análise dos dados relacionados à formação e o gênero dos docentes participantes da pesquisa, verifica-se que tanto o gênero masculino como o feminino possuem em sua maioria a formação em pós-graduação em nível de especialização. Sendo que essa formação significa 53% do total de docentes do gênero feminino e 49% do gênero masculino.

Os Gráficos 1 e 2 apresentam a formação *versus* o gênero feminino e masculino, respectivamente.

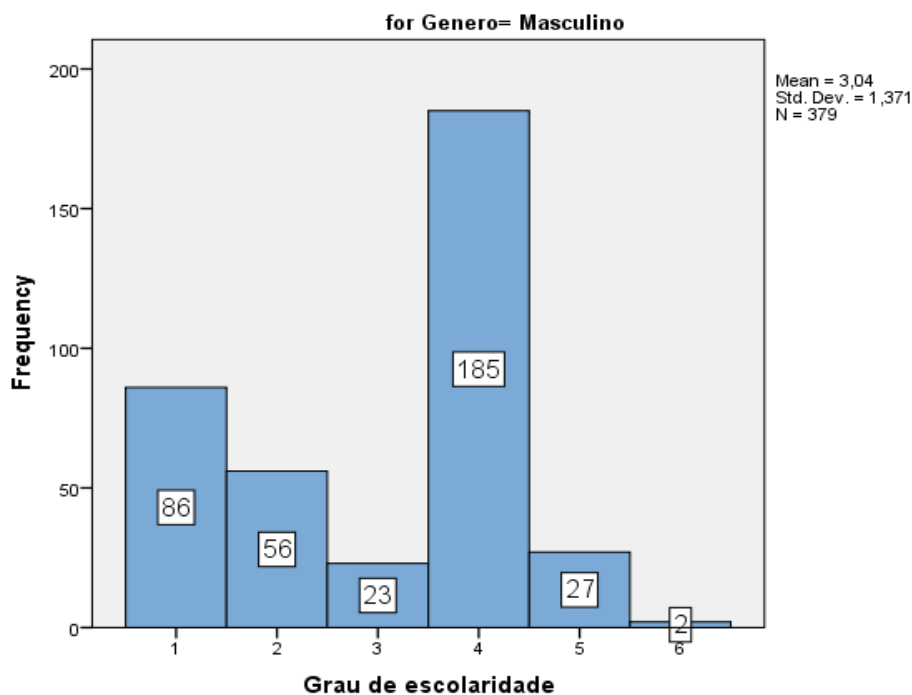
Gráfico 1 - Formação X Gênero Feminino



Legenda: 1 - Ensino Superior Tecnológico / 2 - Ensino Superior Bacharelado / 3 - Ensino Superior Licenciatura / 4 - Pós-Graduação Especialização / 5 - Pós-Graduação Mestrado / 6 - Pós-Graduação Doutorado

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Gráfico 2 - Formação X Gênero Masculino



Legenda: 1 - Ensino Superior Tecnológico / 2 - Ensino Superior Bacharelado / 3 - Ensino Superior Licenciatura / 4 - Pós-Graduação Especialização / 5 - Pós-Graduação Mestrado / 6 - Pós-Graduação Doutorado

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

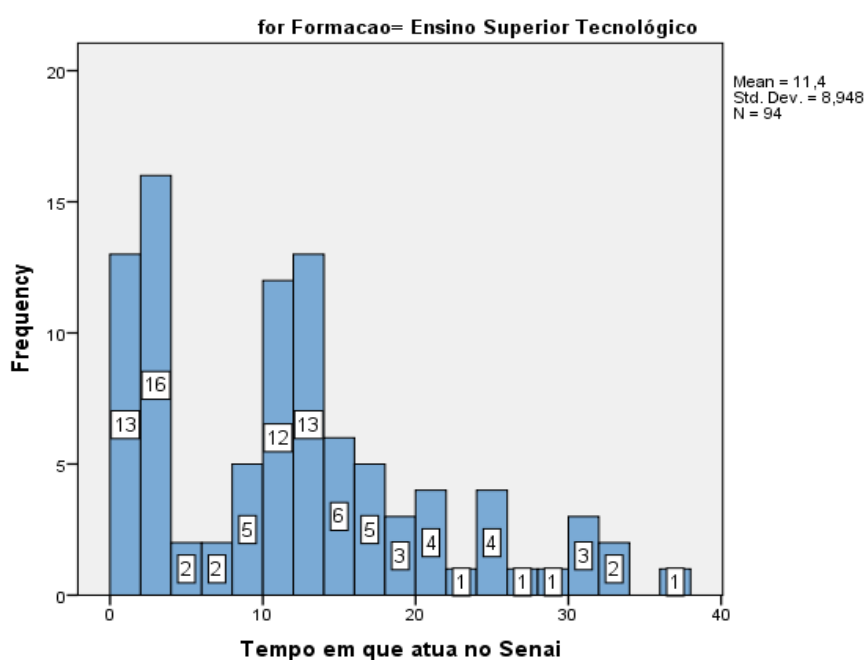
Seguido da pós-graduação em especialização, o gênero masculino possui a segunda maior formação em ensino superior tecnológico (22,7%) e apenas 0,5% em pós-graduação em nível de doutorado. Com relação ao gênero feminino verifica-se que a segunda maior formação é em ensino superior licenciatura (13,2%) e a pós-graduação em nível de doutorado possui 5,9% de docentes do gênero feminino com essa formação.

4.1.1.8 Formação X Tempo atuação

Observando-se os valores extremos mais altos em relação ao grau de escolaridade e o tempo de atuação, temos que os docentes do ensino superior no nível tecnológico e de especialização atuam há 37 anos no SENAI, para o ensino superior no nível de bacharelado o maior tempo de atuação é de 36 anos, no ensino superior no nível de licenciatura é de 43 anos de atuação, com pós-graduação no nível de mestrado o maior tempo é de 30 anos e na pós-graduação no nível de doutorado o maior tempo é de 18 anos.

O Gráfico 3 apresenta a formação em ensino superior no nível tecnológico *versus* o tempo de atuação no SENAI dos docentes que participaram da pesquisa.

Gráfico 3 - Ensino superior tecnológico X Tempo de atuação

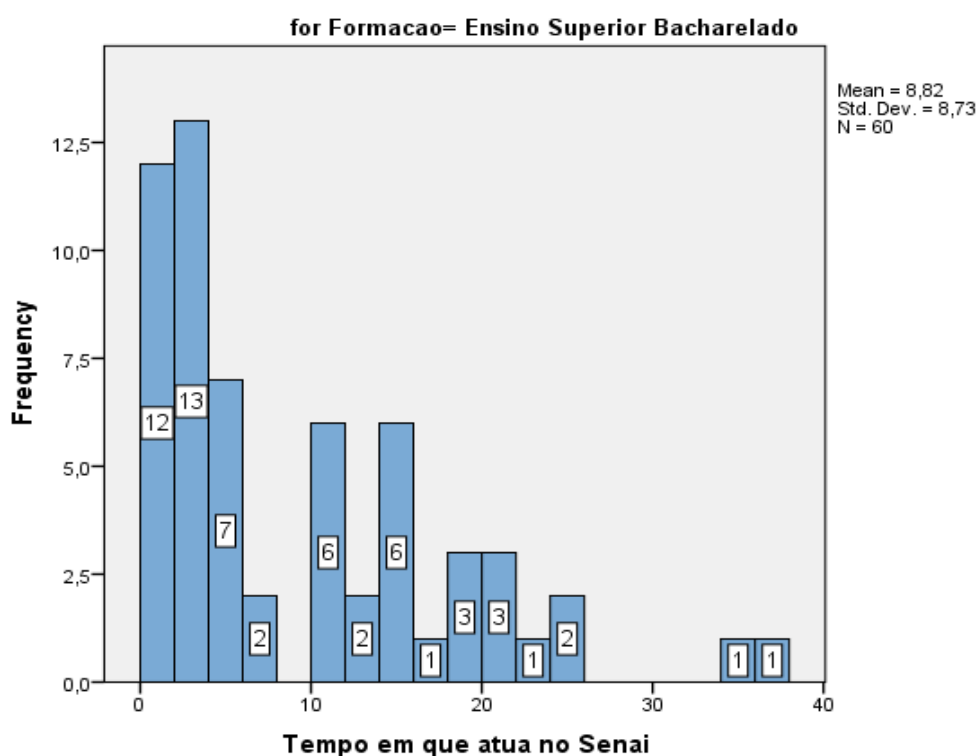


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Verifica-se que 94 respondentes possuem formação em ensino superior no nível tecnológico. Destes respondentes, 40% possuem tempo de atuação de 1 até 10 anos; os docentes com 11 a 20 anos de atuação totalizam 42%; 12% é o total de docentes que atuam no SENAI entre 21 a 30 anos; e 6% possuem de 31 a 37 anos de atuação no SENAI.

O Gráfico 4 apresenta a formação em ensino superior no nível bacharelado *versus* o tempo de atuação no SENAI dos docentes que participaram da pesquisa.

Gráfico 4 - Ensino superior bacharelado X Tempo de atuação

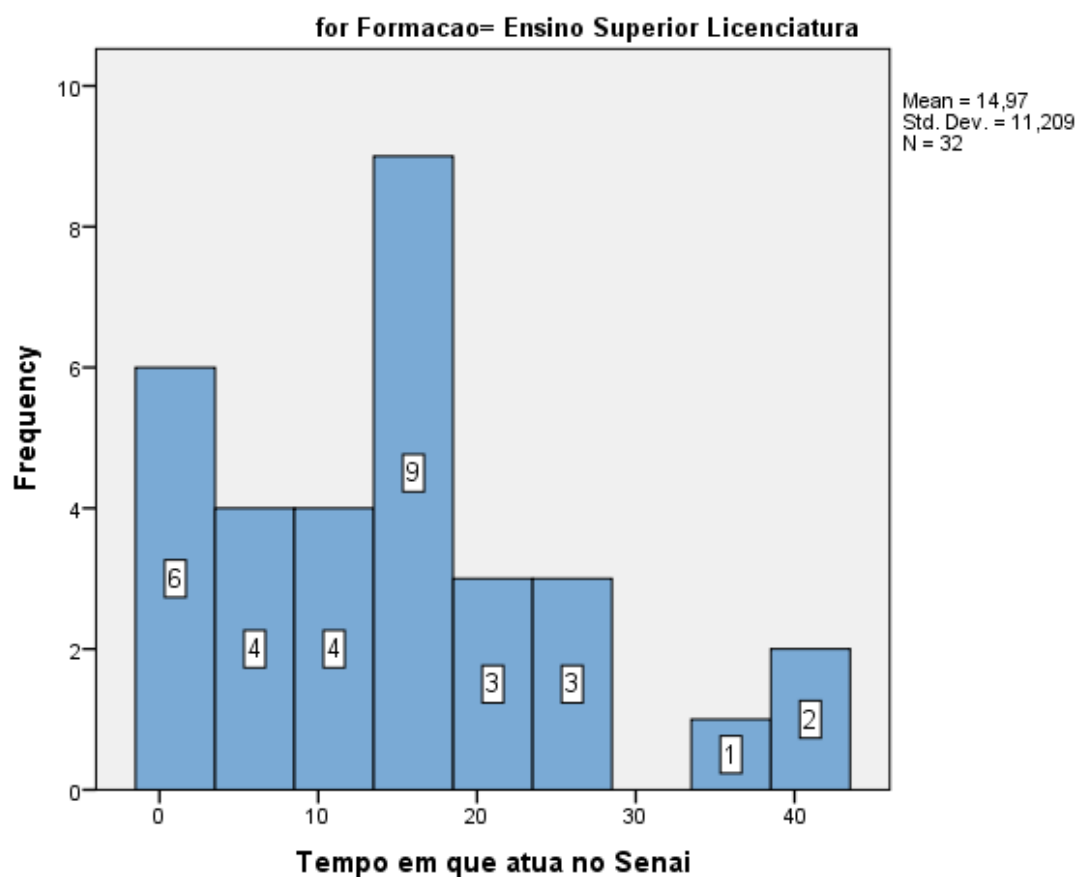


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Os docentes com formação em ensino superior no nível de bacharelado contabilizam 60 respondentes da pesquisa. A grande maioria (57%) dos docentes com ensino superior no nível de bacharelado possuem de 1 a 10 anos de atuação no SENAI. Os respondentes com atuação entre 11 e 20 anos contabilizam 30% e os docentes com 21 a 36 anos de atuação no SENAI representam 13%.

O Gráfico 5 apresenta a formação em ensino superior no nível licenciatura *versus* o tempo de atuação no SENAI dos docentes que participaram da pesquisa.

Gráfico 5 - Ensino superior licenciatura X Tempo de atuação

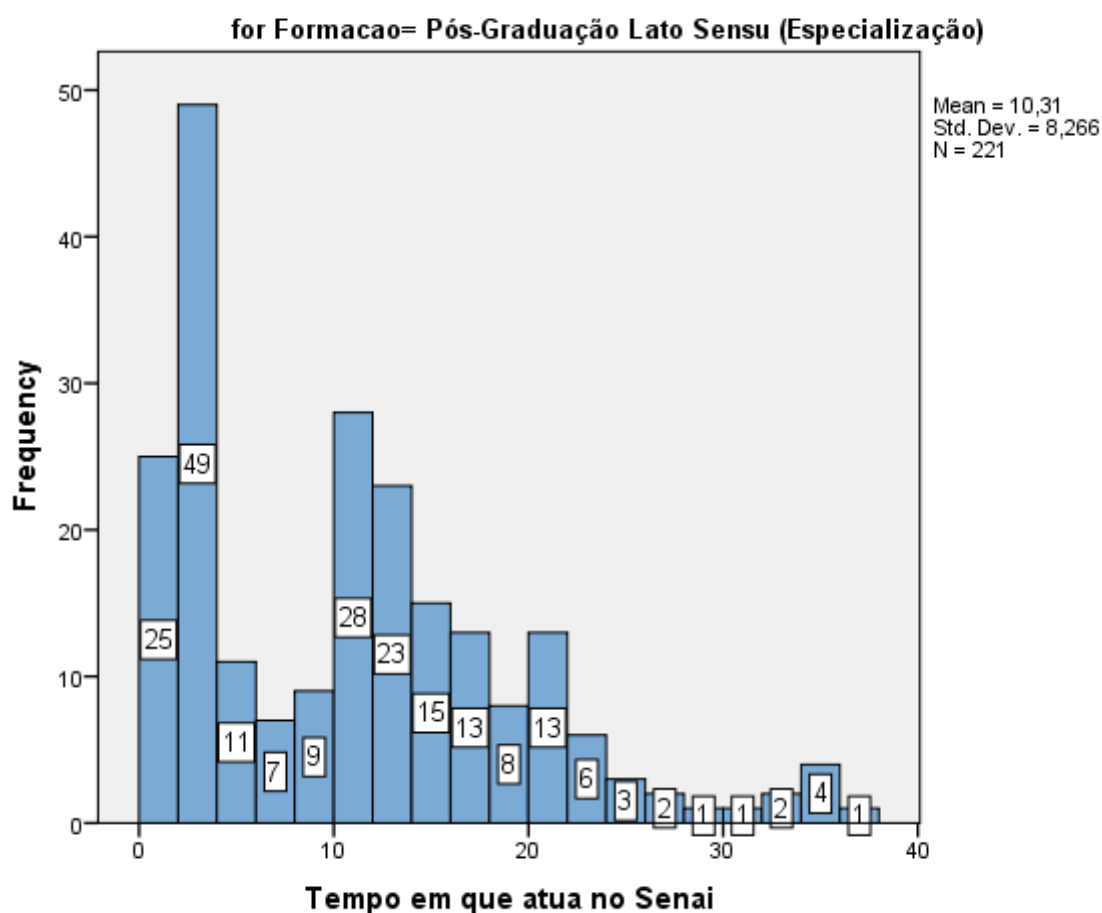


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Os docentes que participaram da pesquisa que possuem formação em ensino superior no nível de licenciatura que atuam entre 1 e 10 anos representam 37% de um total de 32 respondentes; com tempo entre 11 a 20 anos totalizam 41%; os docentes com atuação entre 21 a 30 anos contabilizam 13%; e 9% são os participantes da pesquisa com atuação acima de 30 anos, sendo que estes possuem entre 38 a 43 anos de trabalho no SENAI.

O Gráfico 6 apresenta a formação em pós-graduação no nível especialização *versus* o tempo de atuação no SENAI dos docentes que participaram da pesquisa.

Gráfico 6 - Pós-graduação especialização X Tempo de atuação

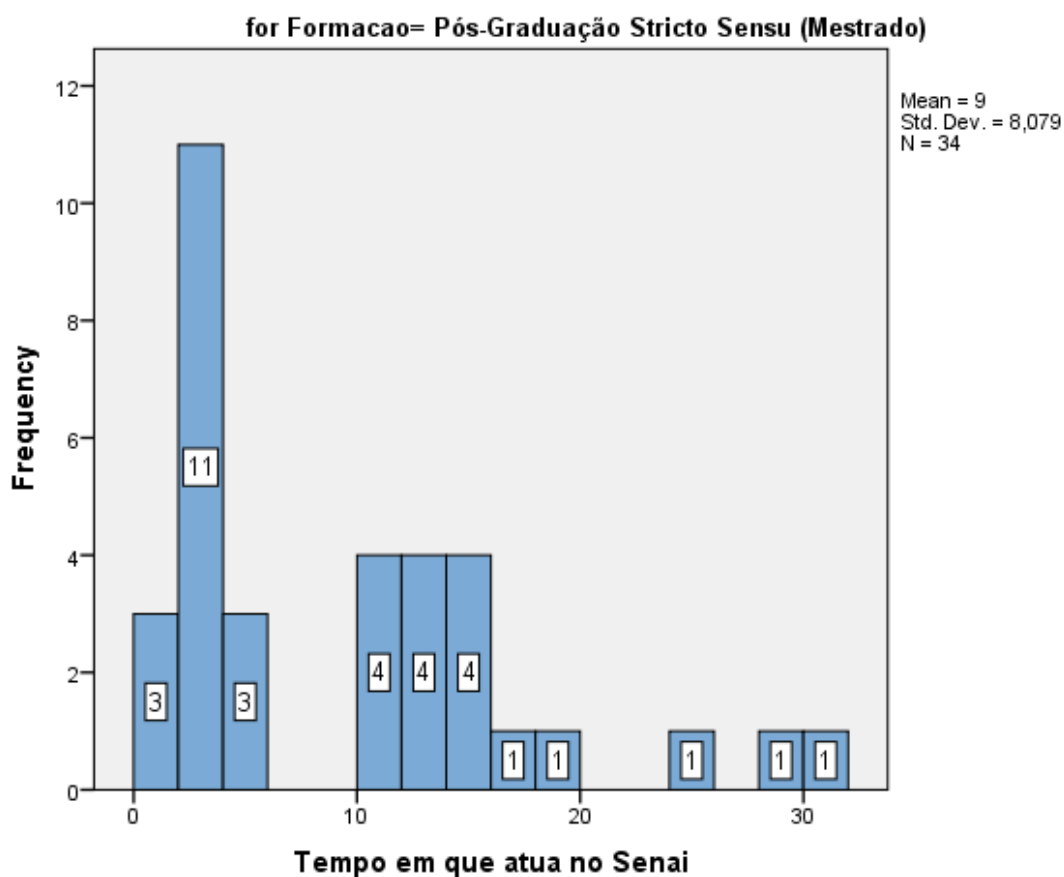


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A formação em pós-graduação *lato sensu* representa 221 respondentes da pesquisa, destes a maioria (46%) está atuando de 1 a 10 anos no SENAI, os docentes com formação em especialização com atuação entre 11 e 20 anos totalizam 39% dos respondentes; com atuação entre 21 a 30 anos representam 11% dos docentes; e 4% estão entre os 31 a 37 anos de trabalho como docente no SENAI.

O Gráfico 7 apresenta a formação em pós-graduação no nível mestrado *versus* o tempo de atuação no SENAI dos docentes que participaram da pesquisa.

Gráfico 7 - Pós-graduação mestrado X Tempo de atuação

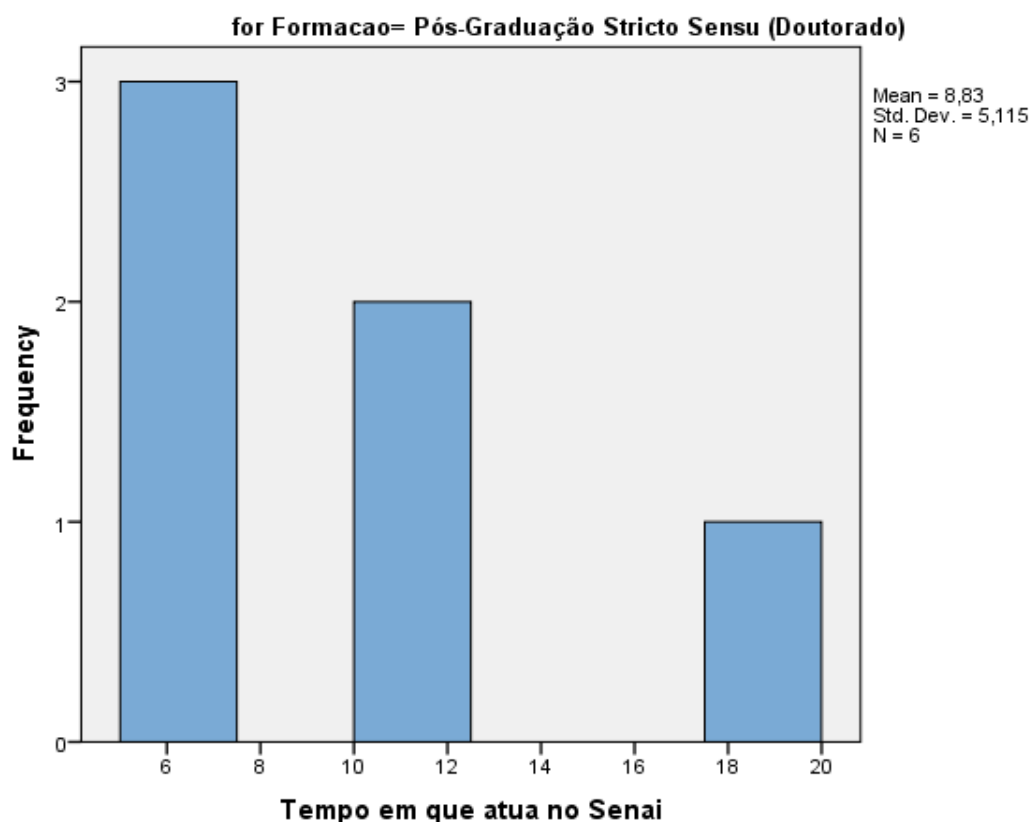


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Pode-se observar que 34 respondentes possuem formação em pós-graduação *stricto sensu* no nível de mestrado. Destes docentes verifica-se que a maioria (50%) atua no SENAI de 1 a 10 anos, os respondentes a esta pesquisa que atuam entre 11 e 20 anos representam 41%; e acima de 21 anos de atuação no SENAI tem-se um total de 9% dos docentes.

O Gráfico 8 apresenta a formação em pós-graduação no nível doutorado *versus* o tempo de atuação no SENAI dos docentes que participaram da pesquisa.

Gráfico 8 - Pós-graduação doutorado X Tempo de atuação



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Com relação à formação de pós-graduação *stricto sensu* no nível de doutorado temos um total de 6 docentes que responderam ao questionário: 50% dos respondentes atuam no SENAI há 5 anos, os docentes que atuam há 10 anos representam 33% e os demais 17% estão atuando no SENAI há 18 anos.

4.1.1.9 Tempo de atuação X Faixa etária

Em análise dos dados relacionados ao tempo de atuação no SENAI e a faixa etária dos respondentes, verifica-se na Tabela 11 a média de tempo de atuação em cada faixa etária, bem como o maior tempo de atuação observado.

Tabela 11 – Tempo de atuação X Faixa etária

Faixa etária	Média	Desvio padrão	Valor máximo
De 18 a 25 anos	2,27	0,50	7
De 26 a 35 anos	4,40	0,48	16
De 36 a 45 anos	8,52	0,49	24
Acima de 46 anos	15,14	0,67	43

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Os respondentes com idade entre 18 e 25 anos possuem uma média de atuação de 2,27 anos e atuação máxima de 7 anos. De 26 a 35 anos a média de atuação é de 4,40 anos e com um tempo máximo de trabalho de 16 anos. A faixa etária de 36 a 45 anos possui média de tempo de trabalho no SENAI de 8,52 anos e 24 anos é o tempo mais alto verificado. Os docentes que responderam à pesquisa com 46 anos ou mais de atuação possuem média de 15,14 anos de trabalho e o tempo máximo de atuação é de 43 anos.

4.1.1.10 Principais considerações sobre as análises realizadas entre formação, gênero, tempo de atuação e faixa etária

A maioria dos respondentes tanto do gênero feminino (53%) quanto do masculino (49%) são pós-graduados em nível de especialização.

De acordo com os dados da pesquisa, verifica-se que os respondentes do gênero feminino (16,1%) possuem formação mais elevada no *stricto sensu* do que os respondentes do gênero masculino (7,5%).

Em todas as formações, a maioria dos respondentes possuem um tempo de atuação no SENAI de até 10 anos. O respondente que apresenta o maior tempo de atuação no SENAI (43 anos) possui formação em ensino superior em nível de licenciatura, seguido dos docentes com formação em ensino superior nos níveis tecnológico e de especialização que estão atuando no SENAI há 37 anos. Observando os dados da pesquisa, aparentemente, os docentes após ingressarem no SENAI pouco avançam em sua formação.

O tempo médio de atuação dos docentes do SENAI que responderam ao questionário é de 10 anos. Pode-se verificar que os docentes permanecem atuando no SENAI por um longo tempo.

Os docentes com idade igual ou superior a 46 anos possuem uma média de tempo de atuação no SENAI de 15 anos e a faixa etária dos mais novos (de 18 a 25 anos) possuem uma média de tempo de atuação de 2 anos. Em observação aos dados da pesquisa, pode-se dizer que o tempo de atuação dos docentes no SENAI aumenta exponencialmente de acordo com a sua faixa etária.

4.1.2 Análise descritiva das questões relacionadas aos indicadores

O instrumento de pesquisa disponibilizado aos docentes do SENAI do Estado de São Paulo possui 25 indicadores que serão expostos individualmente a seguir. O Quadro 14 apresenta os valores de média, mediana, moda, desvio padrão, notas mínimas e máximas dos indicadores, valores obtidos com o instrumento de pesquisa.

Quadro 14 - Frequência estatística dos indicadores

Indicador	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Criatividade (CO01)	7,36	8,00	8	1,65	2	10
Pensamento Analítico/Crítico (CO02)	7,52	8,00	8	1,80	1	10
Resolução de Problemas Complexos (CO03)	7,25	8,00	8	1,91	0	10
Julgamento e Tomada de Decisão (CO04)	7,31	8,00	8	1,77	0	10
Habilidades de Manutenção e Reparo (CO05)	7,45	8,00	8	1,90	0	10
Controle de Qualidade (CO06)	7,59	8,00	8	1,71	0	10
Tecnologias da Indústria 4.0 (CO07)	6,94	7,00	8	1,94	0	10
Adaptabilidade e Flexibilidade (CO08)	7,60	8,00	8	1,67	0	10
Inovação (CO09)	7,46	8,00	8	1,72	0	10
Análise/Visão Sistêmica (CO10)	7,34	8,00	8	1,76	1	10
Explorando Novas Oportunidades (CII01)	7,52	8,00	8	1,67	1	10
Nova Geração de Ideias (CII02)	7,36	8,00	8	1,72	1	10
Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço (CII03)	8,04	8,00	8	1,67	1	10
Defesa de uma Nova Ideia (CII04)	7,44	8,00	8	1,74	1	10
Implementação de Novas Ideias (CII05)	7,55	8,00	8	1,75	1	10
Capacidade de Resolução de Problemas (CII06)	7,52	8,00	8	1,79	0	10
Construção de Rede (CII07)	7,17	7,00	8	1,87	0	10
Colaboração (PR01)	7,95	8,00	8	1,69	1	10
Compartilhamento de Conhecimento (PR02)	8,07	8,00	8	1,58	1	10
Operação Baseada em Dados (PR03)	7,22	7,00	8	1,77	0	10
E-Learning (PR04)	7,54	8,00	8	1,83	0	10
Abertura para Novas Tecnologias (PR05)	8,29	9,00	10	1,58	1	10
Valor da TIC (PR06)	7,67	8,00	8	1,68	1	10
Aplicação das TICs (PR07)	7,20	7,00	8	1,86	0	10
Novas Habilidades em TICs	7,28	7,00	7	1,83	0	10

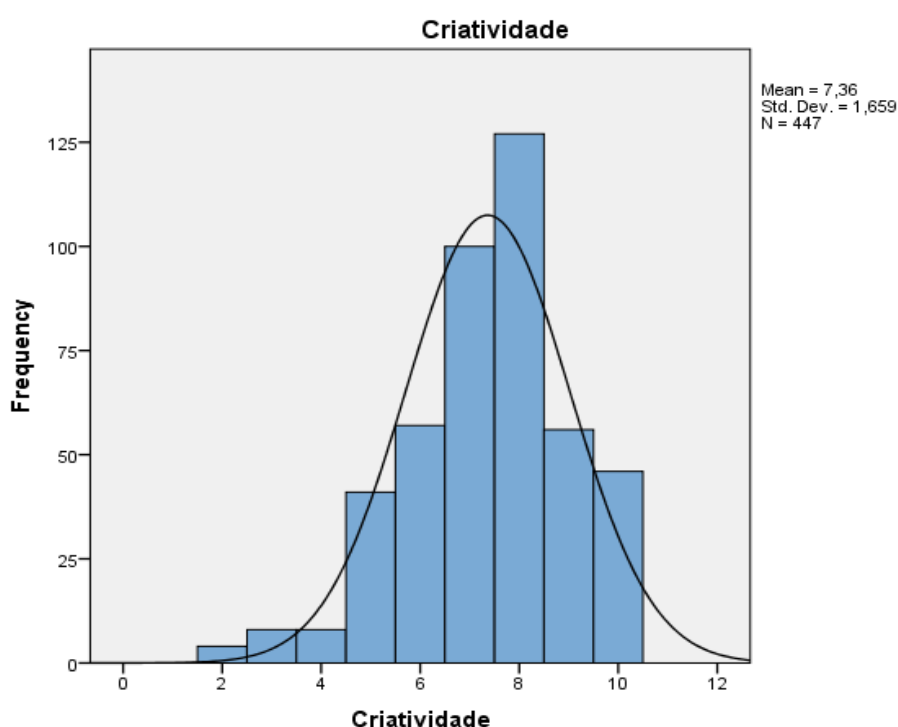
(PR08)

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

4.1.2.1 Criatividade (CO01)

O Gráfico 9 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador CRIATIVIDADE.

Gráfico 9 - Criatividade



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 127 vezes (28,4%), seguida da nota 7, que obteve 100 indicações (22,4%). Este indicador teve como média a nota 7,36.

A nota 6 obteve uma frequência de 57 respostas (12,8%) e a nota 9 teve uma frequência similar (12,5%) sendo atribuída 56 vezes.

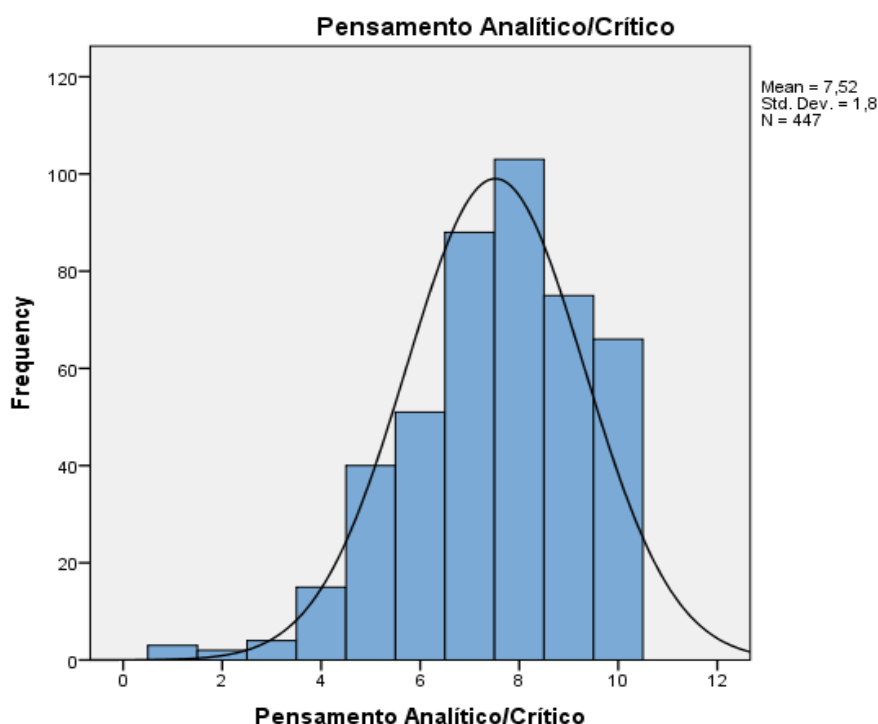
Não houve atribuição das notas 0 e 1 para este indicador, o que pode significar que, na visão dos docentes, os futuros profissionais que realizaram curso no SENAI possuem algum desenvolvimento na criatividade, ou seja, apresentam ideias criativas ou desenvolvem de modo criativo a resolução de problemas.

A competência criatividade pode ser considerada um traço de personalidade em que o futuro profissional coloca sua capacidade de criar ideias no desenvolvimento de tarefas e na resolução de problemas em processos da Indústria 4.0. No processo industrial que passa por mudanças de transição, ser criativo auxilia a refletir sobre as melhores decisões e a analisar possibilidades diferentes dos novos processos entre os mundos real e virtual.

4.1.2.2 Pensamento analítico/crítico (CO02)

O Gráfico 10 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador PENSAMENTO ANALÍTICO/CRÍTICO.

Gráfico 10 - Pensamento analítico/crítico



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 103 vezes (23,0%), seguida da nota 7, que obteve 88 indicações (19,7%). Este indicador teve como média a nota 7,52.

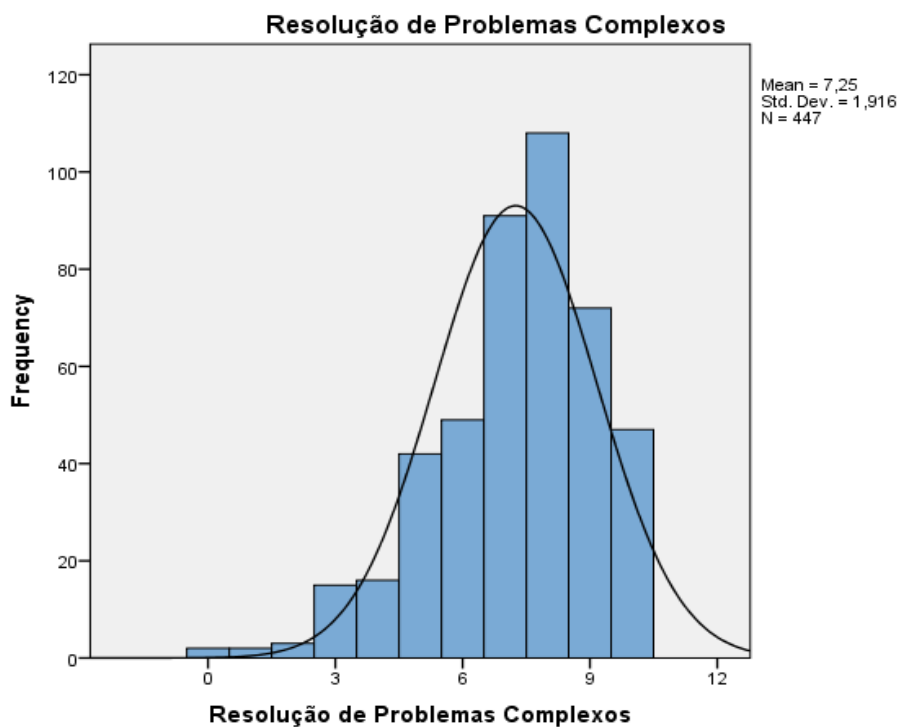
As notas 9 e 10 concentraram 31,6% das respostas. A nota 0 não teve nenhuma atribuição neste indicador. Assim, pode-se considerar que os futuros profissionais possuem alto desenvolvimento de sua habilidade para utilizar a lógica e o raciocínio na identificação de pontos fortes e fracos de soluções alternativas.

No contexto da Indústria 4.0, o pensamento analítico/crítico pode ser considerado uma habilidade sociocomportamental que engloba as capacidades inerentes ao futuro profissional, com relação ao seu comportamento e às suas atitudes, como também voltadas à comunicação e interação com outras pessoas.

4.1.2.3 Resolução de problemas complexos (CO03)

O Gráfico 11 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS.

Gráfico 11 - Resolução de problemas complexos



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

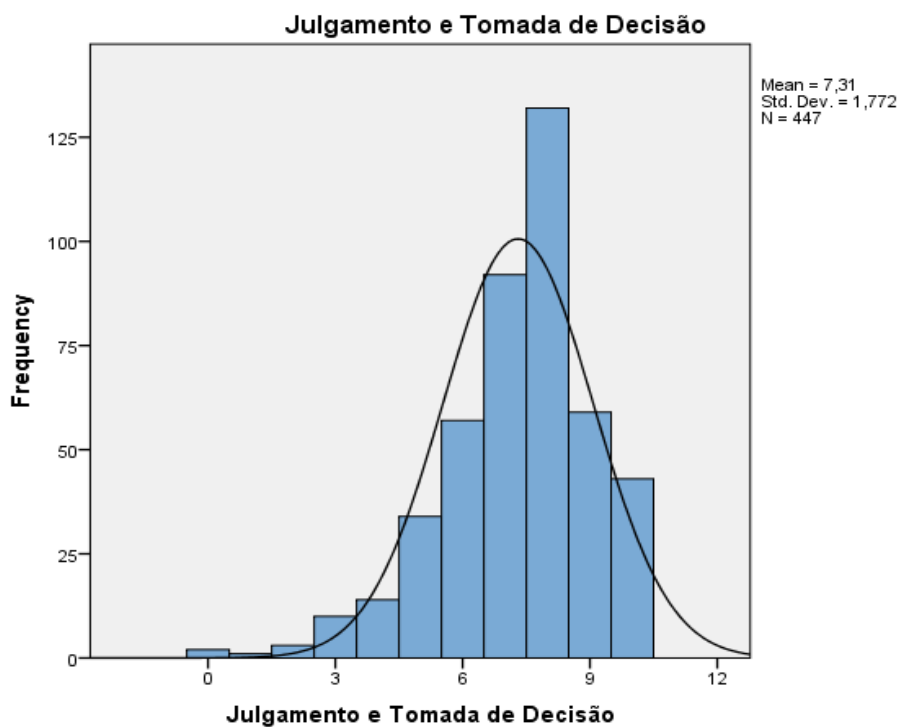
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 108 vezes (24,2%), seguida da nota 7, que obteve 91 indicações (20,4%). Este indicador teve como média a nota 7,25.

As notas 5 e 6 tiveram atribuições aproximadas, sendo 9,4% e 11,0%, respectivamente. Com isso, de acordo com os dados observados, a habilidade para identificar problemas complexos e a verificação de informações para desenvolvimento e avaliação de opções para a implementação de soluções pode ser considerada como um desenvolvimento médio entre os futuros profissionais.

4.1.2.4 Julgamento e tomada de decisão (CO04)

O Gráfico 12 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador JULGAMENTO E TOMADA DE DECISÃO.

Gráfico 12 - Julgamento e tomada de decisão



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 132 vezes (29,5%), seguida da nota 7, que obteve 92 indicações (20,6%). Este indicador

teve como média a nota 7,31. Pode-se dizer que a habilidade para ponderar devidamente os custos e benefícios relativos de prováveis ações para a escolha da mais significativa possui um desenvolvimento médio entre os futuros profissionais.

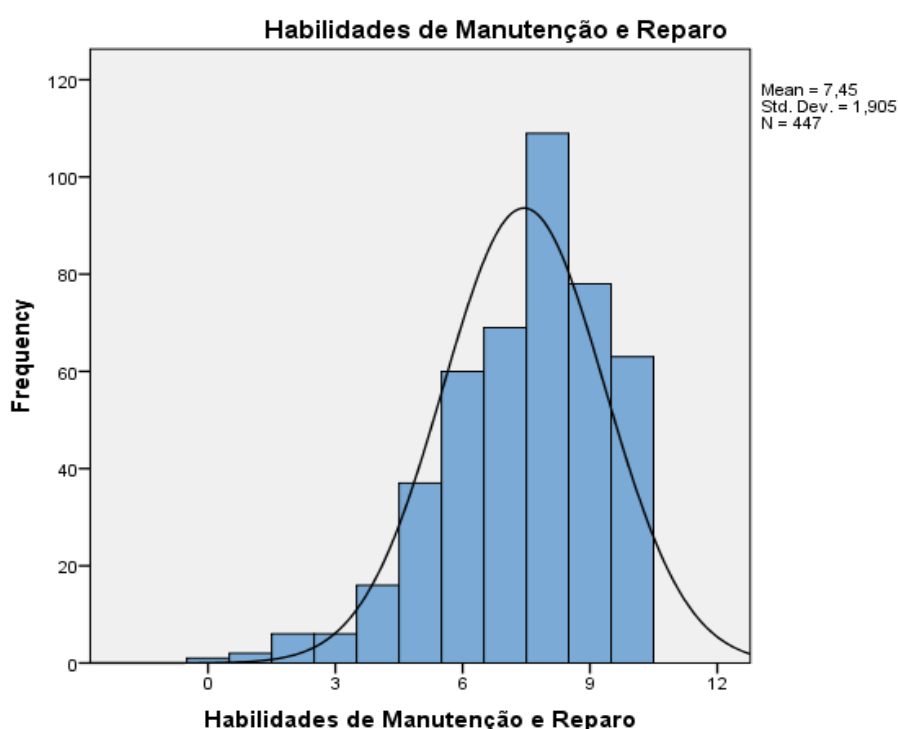
As notas 6 e 9 tiveram atribuições semelhantes, sendo 12,8% e 13,2%, respectivamente.

O trabalho do futuro profissional na Indústria 4.0 pode apresentar demandas significativamente maiores no julgamento e tomada de decisão, sendo uma das mais buscadas nos profissionais, principalmente em ambientes com alto impacto de digitalização e convergência tecnológica. O julgamento e tomada de decisão pode variar em níveis e proporções desde o mais básico até o mais complexo processo.

4.1.2.5 Habilidades de manutenção e reparo (CO05)

O Gráfico 13 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador HABILIDADES DE MANUTENÇÃO E REPARO.

Gráfico 13 - Habilidades de manutenção e reparo



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

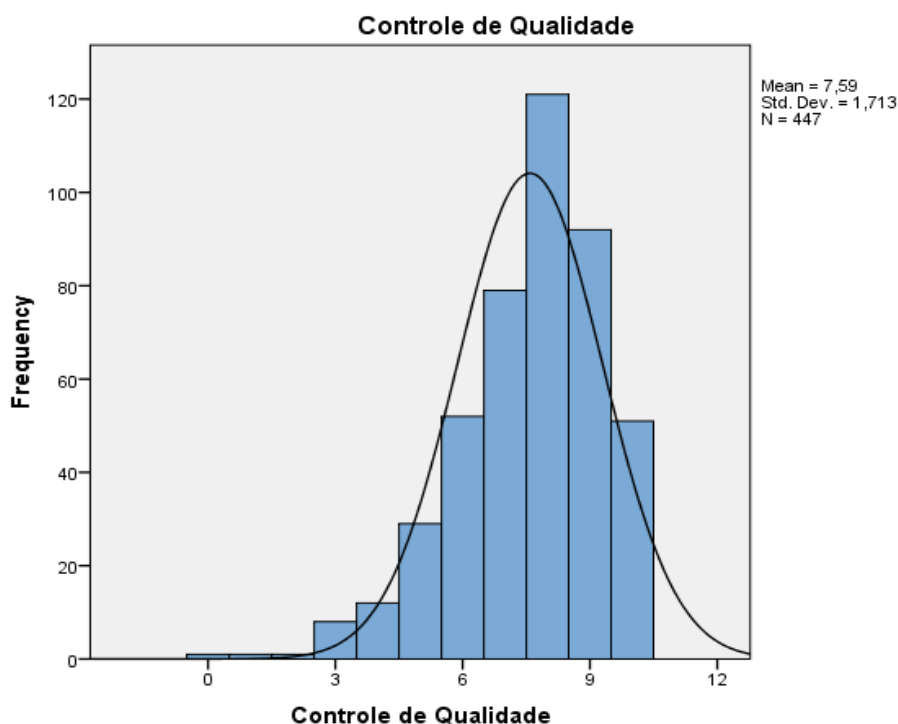
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 109 vezes (24,4%), seguida da nota 9, que obteve 78 indicações (17,4%). Este indicador teve como média a nota 7,45. As notas 6, 7 e 10 tiveram frequências aproximadas, sendo 60, 69 e 63, respectivamente.

De acordo com os dados da pesquisa, os futuros profissionais possuem uma habilidade para o reparo de máquinas ou sistemas fazendo uso das ferramentas necessárias para um desenvolvimento médio na visão dos participantes da pesquisa. O SENAI deve considerar, junto às empresas, que essa competência tenha um aumento na média de desenvolvimento de futuros profissionais para que a atuação destes na indústria promova a resolução de problemas tecnológicos considerando sua complexidade e interconectividade.

4.1.2.6 Controle de qualidade (CO06)

O Gráfico 14 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador CONTROLE DE QUALIDADE.

Gráfico 14 - Controle de qualidade



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 121 vezes (27,1%), seguida da nota 9, que obteve 92 indicações (20,6%). Este indicador teve como média a nota 7,59.

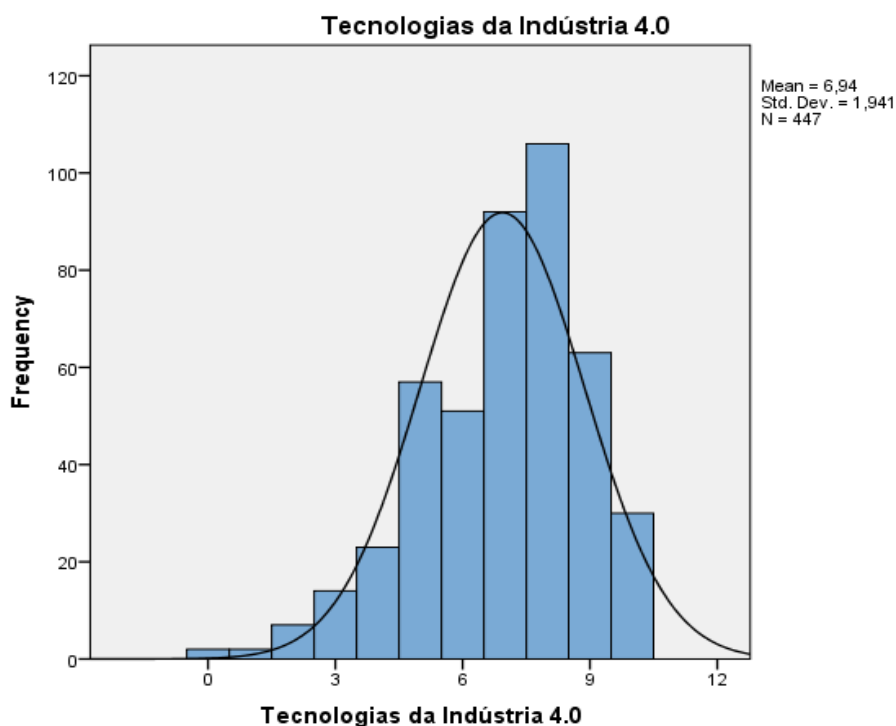
A nota 7 também teve um número considerado de atribuições (17,7%).

Para os docentes respondentes da pesquisa, a capacidade dos futuros profissionais de realizarem testes e inspeções de produtos, serviços ou processos para avaliar a qualidade ou o desempenho é considerada com desenvolvimento médio.

4.1.2.7 Tecnologias da Indústria 4.0 (CO07)

O Gráfico 15 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0.

Gráfico 15 - Tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 106 vezes (23,7%). seguida da nota 7, que obteve 92 indicações (20,6%). Este indicador teve como média a nota 6,94.

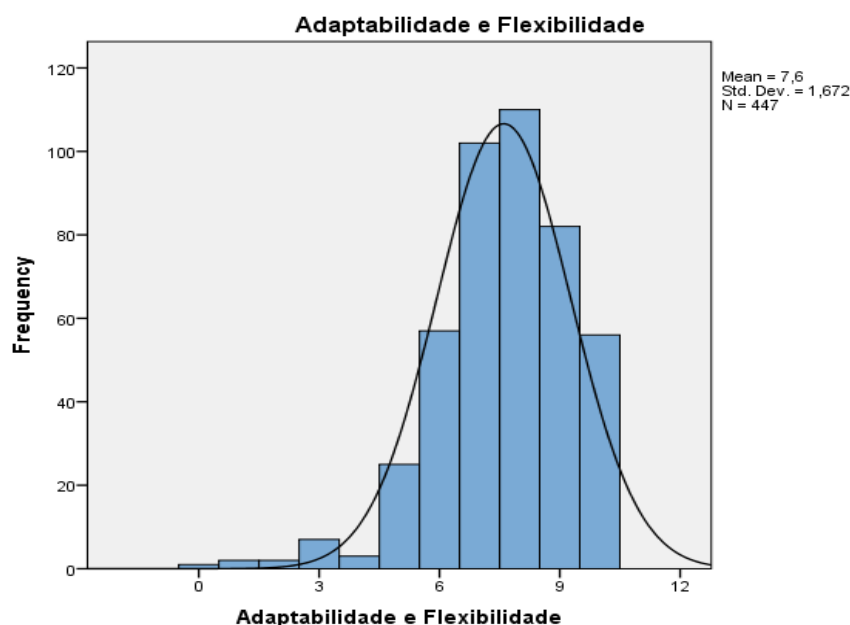
O desenvolvimento dos futuros profissionais em conhecimentos sobre Inteligência Artificial, Computação em Nuvem, *Cyber Segurança*, *Big Data*, Internet das Coisas, Manufatura Aditiva e Digital, Robótica Avançada, Integração de Sistemas, Digitalização e Sistemas de Simulação foi considerado médio na visão dos docentes.

A tendência da Indústria 4.0 reflete nas habilidades técnicas e no conhecimento ligado às novas tecnologias, que podem ser adquiridas através da formação profissional, o encaminhamento para o mercado de trabalho. Assim, para que o futuro profissional tenha um nível maior de desenvolvimento, o SENAI deve verificar o estabelecimento de novos critérios para permitir uma formação mais moderna e atrativa com relação às tecnologias relacionadas à Indústria 4.0.

4.1.2.8 Adaptabilidade e flexibilidade (CO08)

O Gráfico 16 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE.

Gráfico 16 - Adaptabilidade e flexibilidade



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

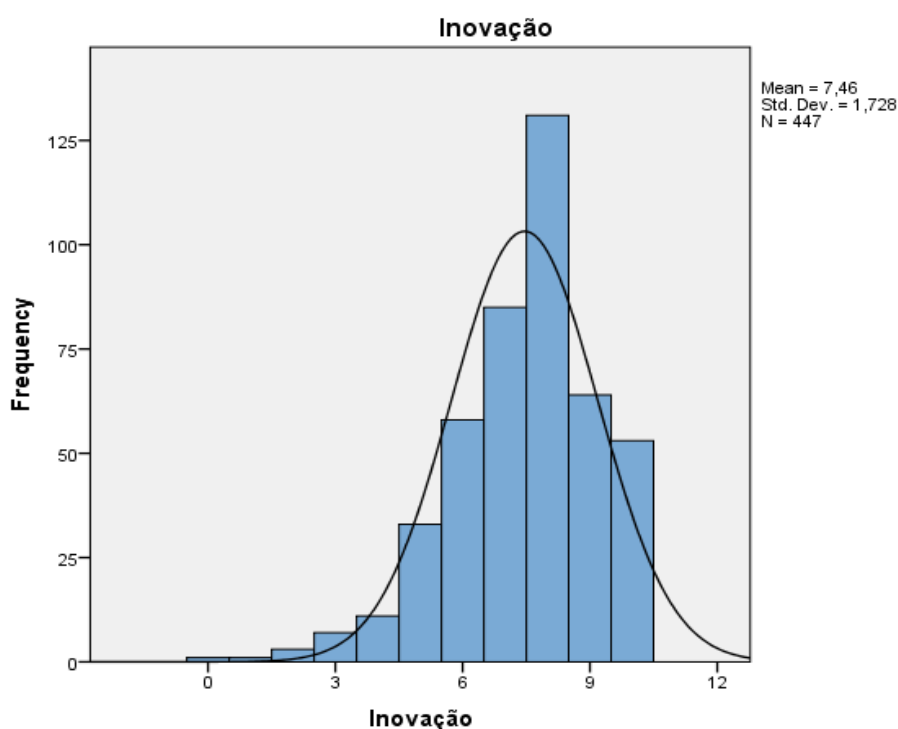
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 110 vezes (24,6%). seguida da nota 7, que obteve 102 indicações (22,8%). Este indicador teve como média a nota 7,6. Com isso, observa-se que o desenvolvimento é médio dos futuros profissionais para receptividade a modificações, positivas ou negativas, e as peculiaridades no local de trabalho. A falta de adaptabilidade e flexibilidade pode ser considerada uma barreira limitante na capacidade de mudanças do futuro profissional. Essa barreira pode impedir que o futuro profissional abrace novas tecnologias e conhecimentos necessários para a indústria.

Observa-se que as notas 6 e 10 obtiveram uma distribuição relativamente homogênea, apresentando porcentagens de 12,8% e 12,5%, respectivamente.

4.1.2.9 Inovação (CO09)

O Gráfico 17 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador INOVAÇÃO.

Gráfico 17 - Inovação



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

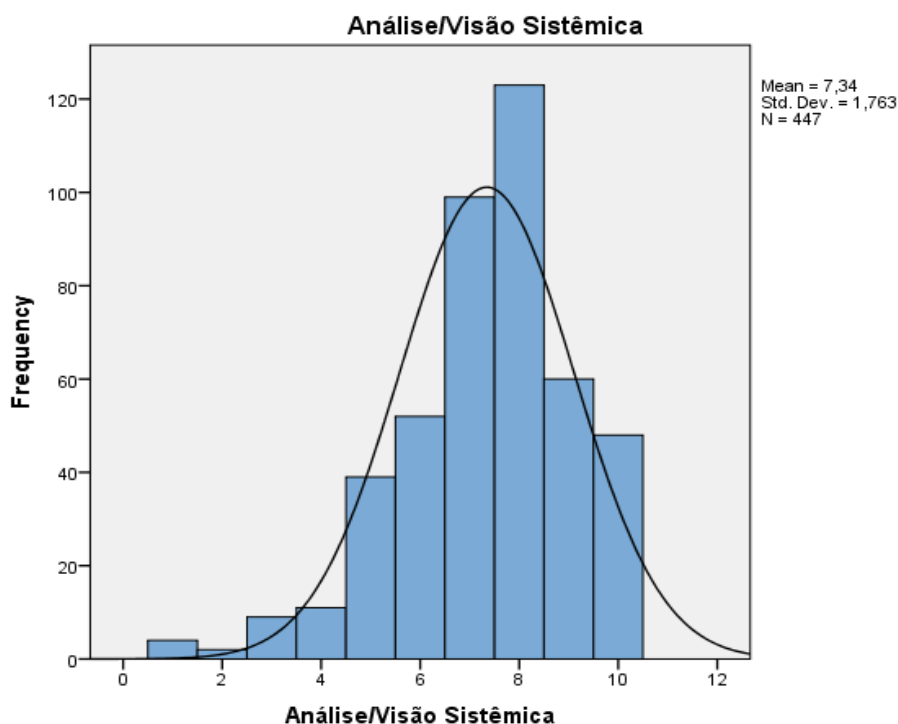
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 131 vezes (29,3%), seguida da nota 7, que obteve 85 indicações (19,0%). Este indicador teve como média a nota 7,46. A habilidade para desenvolver novas ideias e respostas a problemas associados ao trabalho dos futuros profissionais na visão dos docentes possui um desenvolvimento médio. Para atender à exigência da indústria, o SENAI deve pensar em aprendizagem em que o futuro profissional tenha um ambiente para o melhor desenvolvimento de sua capacidade de inovação.

A nota 6 apresentou atribuição de 13,0% e a nota 9 teve atribuição semelhante, com 14,3%.

4.1.2.10 Análise/visão sistêmica (CO10)

O Gráfico 18 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador ANÁLISE/VISÃO SISTÊMICA.

Gráfico 18 - Análise/visão sistêmica



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 123 vezes (27,5%), seguida da nota 7, que obteve 99 indicações (22,1%). Este indicador teve como média a nota 7,34.

A nota 6 teve uma indicação de 52 respondentes e a nota 10 teve uma atribuição semelhante, com 48 indicações.

A nota 0 não teve atribuição neste indicador, assim pode-se considerar que a habilidade na determinação de como um sistema deveria funcionar e como as alterações nas condições, nas operações e no ambiente impactam os resultados dos futuros profissionais é desenvolvida em algum grau na visão dos docentes.

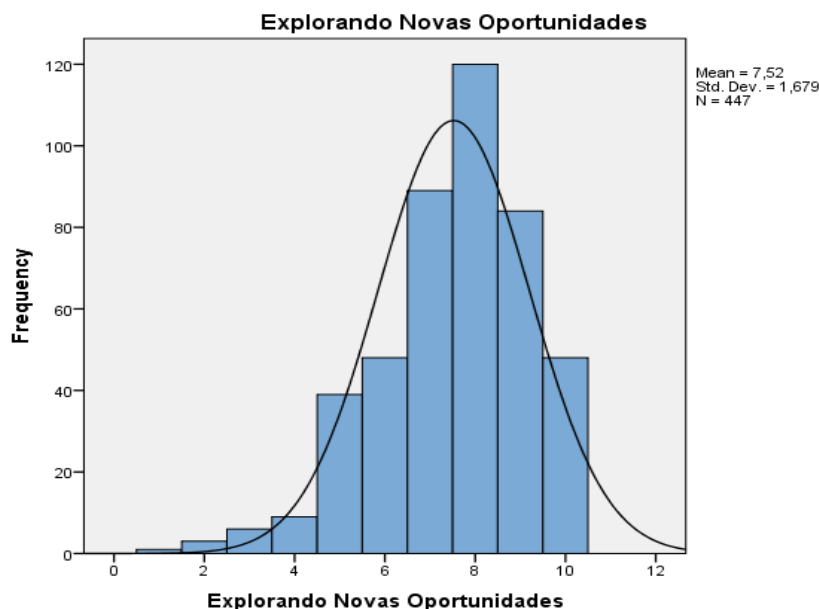
A capacidade do futuro profissional de compreensão de um todo a partir de uma análise das partes envolvidas e suas interações é uma competência essencial para obter um bom desempenho junto à Indústria 4.0.

4.1.2.11 Explorando novas oportunidades (CII01)

O Gráfico 19 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros

profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador EXPLORANDO NOVAS OPORTUNIDADES.

Gráfico 19 - Explorando novas oportunidades



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 120 vezes (26,8%), seguida da nota 7, que obteve 89 indicações (19,9%). Este indicador teve como média a nota 7,52.

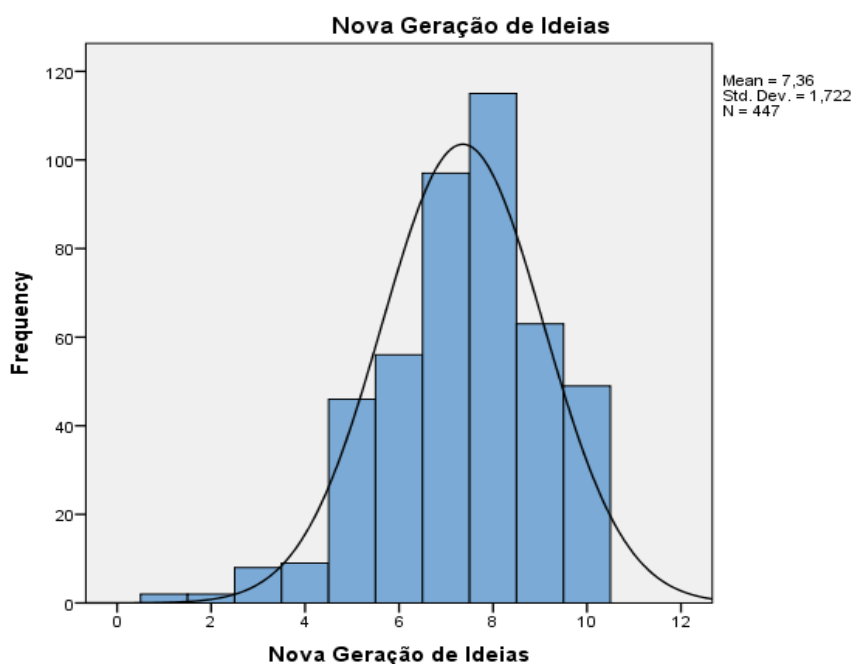
Observa-se que a nota 9 foi assinalada 84 vezes (18,8%) neste indicador.

A nota 0 não teve atribuição para este indicador, portanto, na visão dos docentes, os futuros profissionais possuem desenvolvimento em algum grau pela busca por novas formas de fazer determinadas coisas.

4.1.2.12 Nova geração de ideias (CII02)

O Gráfico 20 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador NOVA GERAÇÃO DE IDEIAS.

Gráfico 20 - Nova geração de ideias



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

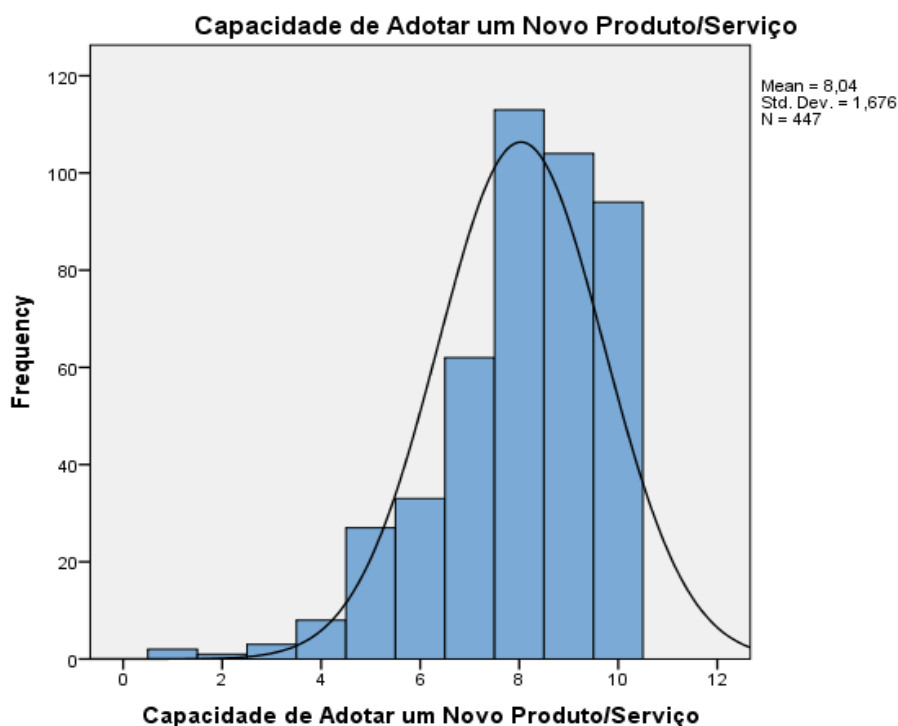
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 115 vezes (25,7%), seguida da nota 7, que obteve 97 indicações (21,7%). Este indicador teve como média a nota 7,36.

Não houve atribuição para a nota 0 neste indicador, verifica-se que, para os docentes, existe em algum grau a criação de novas ideias, bem como o gerenciamento e a avaliação dessas ideias pelos futuros profissionais.

4.1.2.13 Capacidade de adotar um novo produto/serviço (CII03)

O Gráfico 21 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador CAPACIDADE DE ADOTAR UM NOVO PRODUTO/SERVIÇO.

Gráfico 21 - Capacidade de adotar um novo produto/serviço



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 104 vezes (25,3%), seguida da nota 9, que obteve 109 indicações (23,3%). Este indicador teve como média a nota 8,04.

Observa-se que a nota 10 foi assinalada 94 vezes (21,0%) neste indicador. Pode-se verificar que os futuros profissionais desenvolvem um grau alto de aceitação em utilizar novos produtos ou serviços, do ponto de vista dos docentes participantes da pesquisa. A nota 0 não teve atribuição neste indicador.

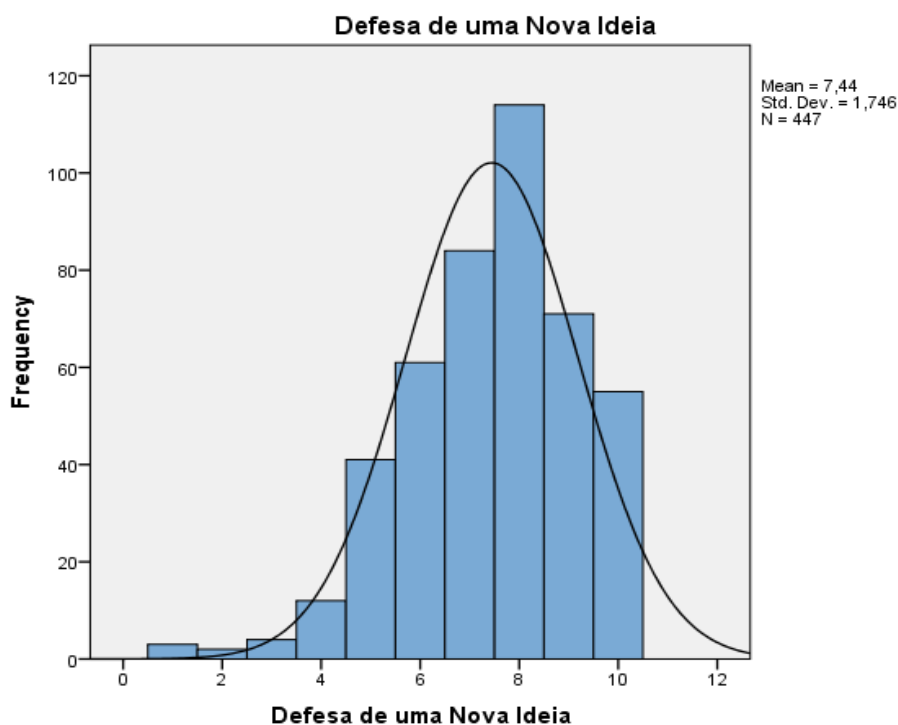
De acordo com os docentes participantes da pesquisa, o futuro profissional, que realizou curso no SENAI, possui um grau alto de aceitação em utilizar novos produtos ou serviços, esse comportamento vai ao encontro com as qualificações específicas exigidas pela Indústria 4.0. Com isso, o futuro profissional deve ter a capacidade de reconhecer oportunidades para novos produtos ou serviços.

4.1.2.14 Defesa de uma nova ideia (CII04)

O Gráfico 22 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros

profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador DEFESA DE UMA NOVA IDEIA.

Gráfico 22 - Defesa de uma nova ideia



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

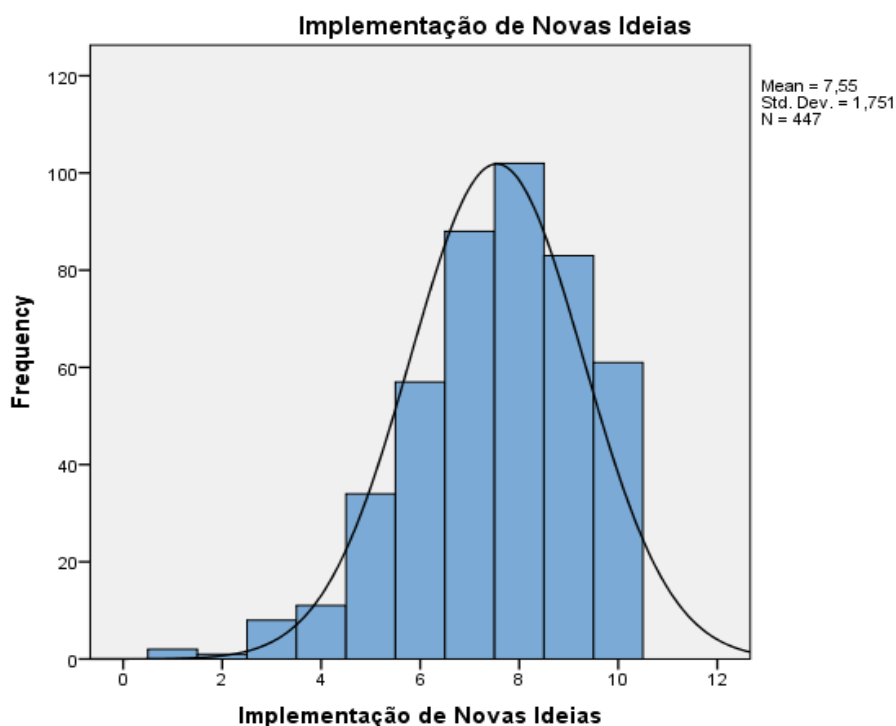
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 114 vezes (25,5%), seguida da nota 7, que obteve 84 indicações (18,8%). Este indicador teve como média a nota 7,44.

Este indicador não teve atribuição para a nota 0, verifica-se que há o desenvolvimento em algum grau dos futuros profissionais em ter e sustentar uma nova ideia.

4.1.2.15 Implementação de novas ideias (CII05)

O Gráfico 23 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS IDEIAS.

Gráfico 23 - Implementação de novas ideias



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 102 vezes (22,8%), seguida da nota 7, que obteve 88 indicações (19,7%). Este indicador teve como média a nota 7,55.

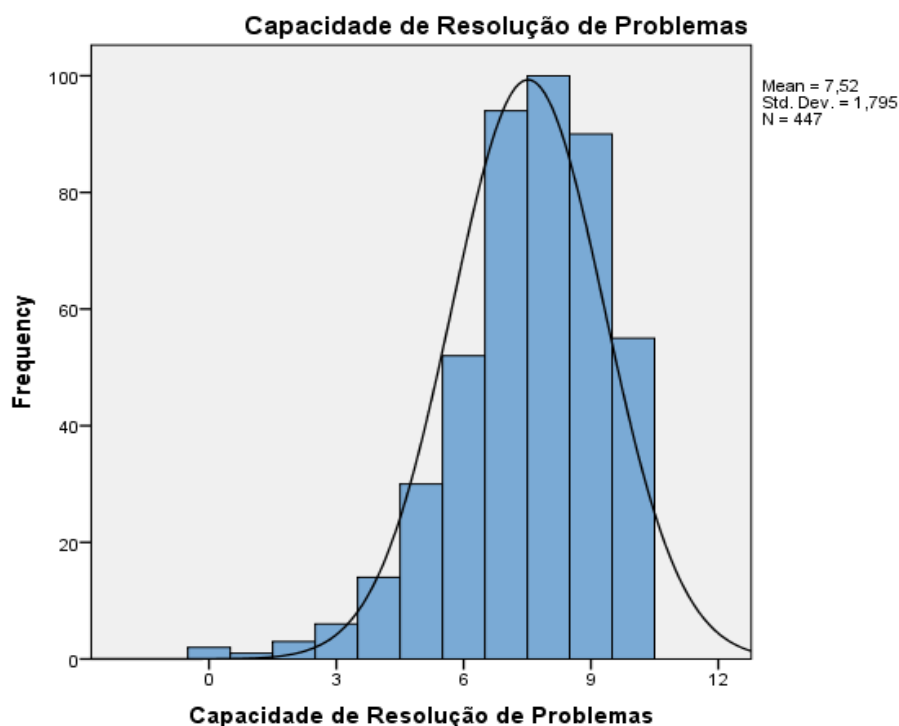
A nota 9 teve uma frequência de 83 respostas (18,6%) para este indicador. Para os docentes que responderam ao questionário, os futuros profissionais possuem um desenvolvimento alto quando se trata de colocar em prática novas ideias.

A nota 0 não teve atribuição neste indicador.

4.1.2.16 Capacidade de resolução de problemas (CII06)

O Gráfico 24 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador CAPACIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Gráfico 24 - Capacidade de resolução de problemas



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 100 vezes (22,4%), seguida da nota 7, que obteve 94 indicações (21,0%). Este indicador teve como média a nota 7,52.

Observa-se que a nota 9 foi assinalada 90 vezes (20,1%) neste indicador. As habilidades de encontrar soluções para os problemas de forma eficiente e eficaz dos futuros profissionais possui um desenvolvimento alto para os docentes.

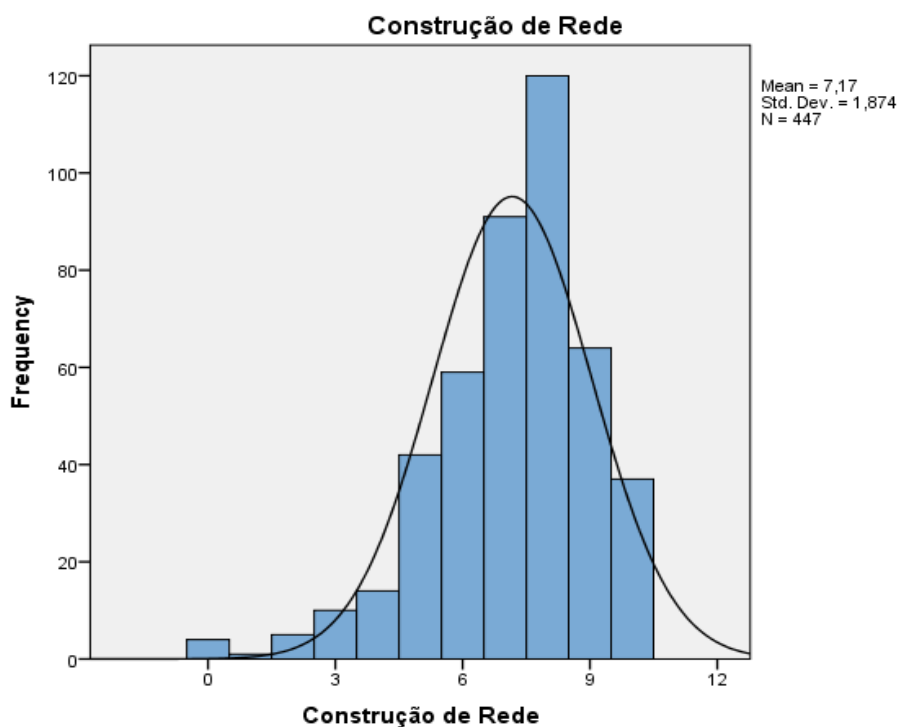
A habilidade de resolução de problemas é considerada uma competência interpessoal, ligada ao comportamento individual, permitindo aos futuros profissionais encontrarem soluções para os problemas de forma eficiente e eficaz demandadas no ambiente da Indústria 4.0, sendo assim, o futuro profissional deve ampliar sua capacidade de desenvolver meios de solucionar novos e ainda indefinidos problemas em ambientes complexos.

4.1.2.17 Construção de redes (CII07)

O Gráfico 25 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros

profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador CONSTRUÇÃO DE REDES.

Gráfico 25 - Construção de redes



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 120 vezes (26,8%), seguida da nota 7, que obteve 91 indicações (20,4%). Este indicador teve como média a nota 7,17. Observa-se que há um desenvolvimento médio por parte dos futuros profissionais em manter um conjunto de contatos que podem se beneficiar mutuamente.

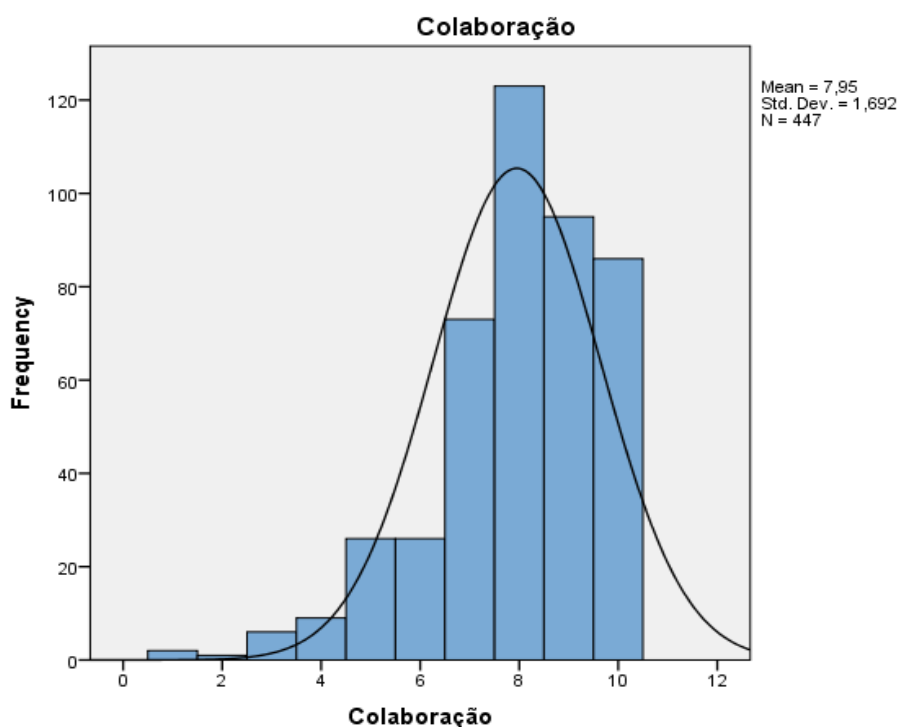
A nota 6 foi assinalada 59 vezes (13,2%), semelhante à nota 9 que teve uma atribuição de 14,3%, 64 respondentes assinalaram esta nota.

O futuro profissional deve desenvolver uma estratégia de manutenção e estabelecimento de novas redes de contatos voltadas, principalmente, para interesses relacionados às atividades profissionais no cenário da Indústria 4.0.

4.1.2.18 Colaboração (PR01)

O Gráfico 26 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador COLABORAÇÃO.

Gráfico 26 - Colaboração



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 123 vezes (27,5%). seguida da nota 9, que obteve 95 indicações (21,3%). Este indicador teve como média a nota 7,95.

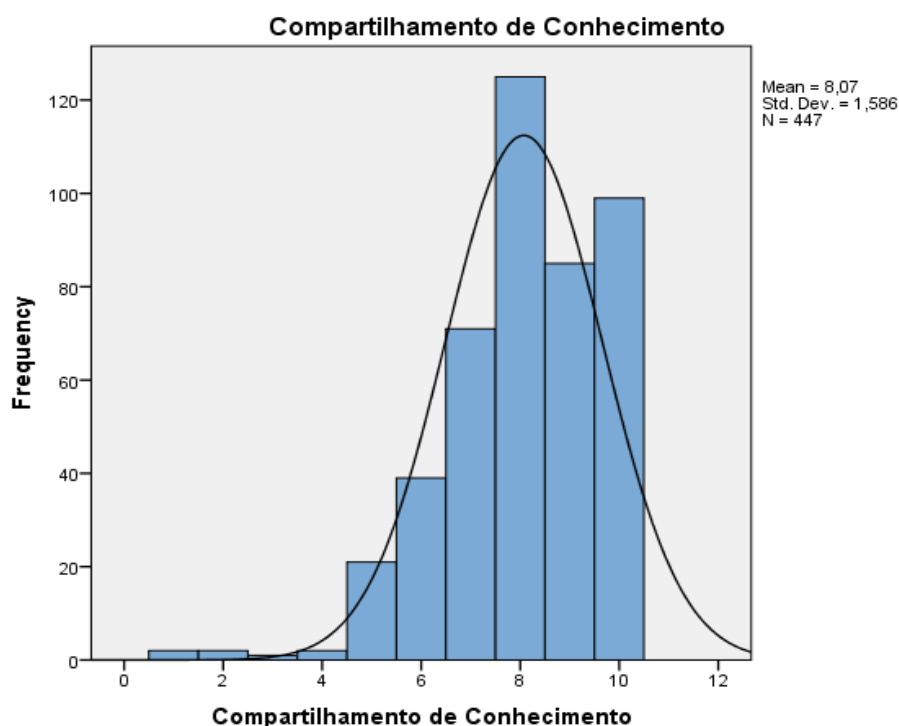
Observa-se que a nota 10 foi assinalada 86 vezes (19,2%) neste indicador. Assim, verifica-se que há um desenvolvimento alto dos futuros profissionais para participar de um trabalho em comum realizado por diversas pessoas. A nota 0 não foi assinalada nenhuma vez neste indicador.

A colaboração entre os futuros profissionais pode ser percebida como facilitador para o cenário da Indústria 4.0, uma vez que promove interação entre diversas áreas. Além de ajustar suas ações em relação à ação dos demais e trabalhar ativamente para orientar, treinar e ensinar.

4.1.2.19 Compartilhamento de conhecimento (PR02)

O Gráfico 27 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO.

Gráfico 27 - Compartilhamento de conhecimento



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

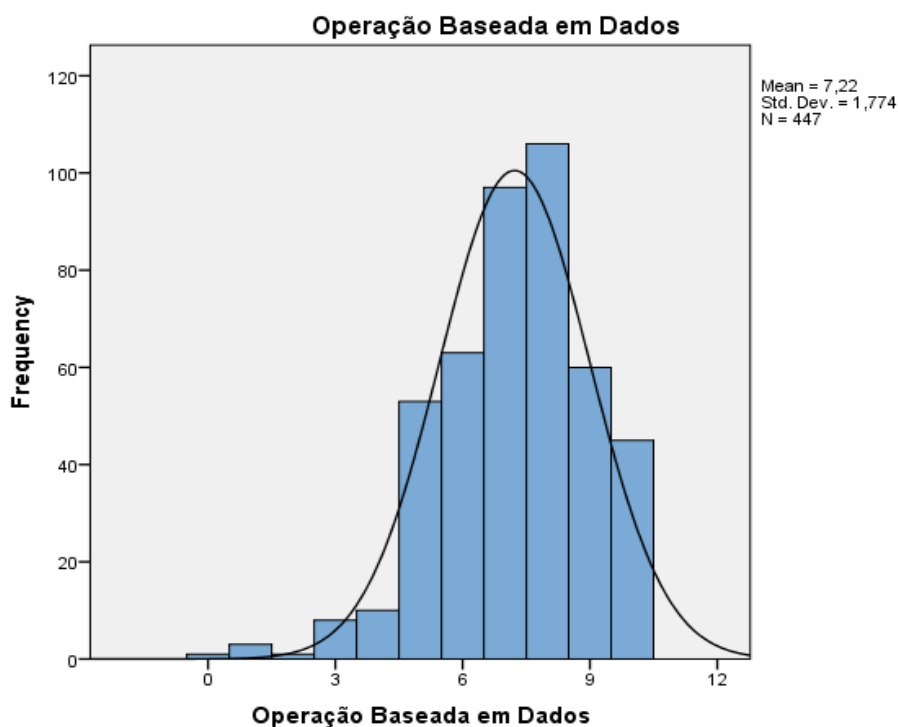
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 125 vezes (28,0%). seguida da nota 10, que obteve 99 indicações (22,1%). Este indicador teve como média a nota 8,07. Para os participantes da pesquisa, há um desenvolvimento alto dos futuros profissionais para a troca de informações ou entendimento entre pessoas.

Não houve atribuição para a nota 0. Entende-se que o compartilhamento de conhecimento por parte dos futuros profissionais não apenas enriquece o aprendizado, mas também impulsiona o progresso entre os envolvidos.

4.1.2.20 Operação baseada em dados (PR03)

O Gráfico 28 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador OPERAÇÃO BASEADA EM DADOS.

Gráfico 28 - Operação baseada em dados



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

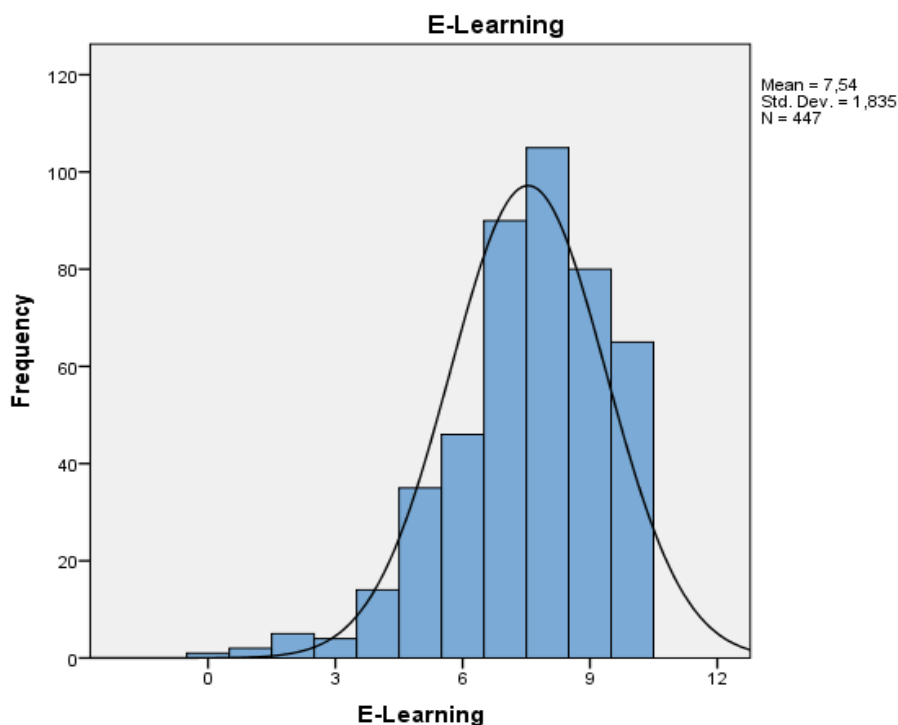
A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 106 vezes (23,7%). seguida da nota 7, que obteve 97 indicações (21,7%). Este indicador teve como média a nota 7,22. Há um desenvolvimento médio dos futuros profissionais para a produção de informações com os dados e o uso da automação possibilita interações, decisões e serviços rápidos, geralmente em tempo real.

A nota 6 foi atribuída 66 vezes (14,1%), de modo semelhante à nota 9, sendo assinalada 60 vezes (13,4%).

4.1.2.21 E-learning (PR04)

O Gráfico 29 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador *E-LEARNING*.

Gráfico 29 - *E-learning*



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 105 vezes (23,5%), seguida da nota 7, que obteve 90 indicações (20,1%). Este indicador teve como média a nota 7,54.

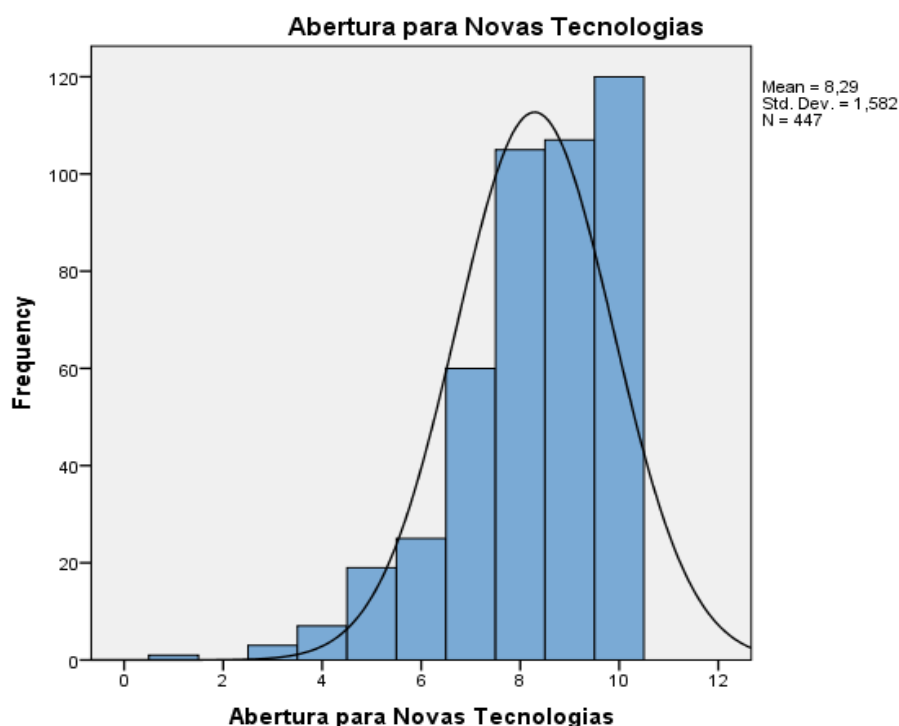
Observa-se que a nota 9 foi assinalada 80 vezes (17,9%) neste indicador. Os futuros profissionais possuem um desenvolvimento considerado alto para o processo de aprendizado à distância fundamentado no uso dos recursos tecnológicos e na conexão com a internet.

O ensino remoto nos termos da Indústria 4.0 pode se beneficiar das tecnologias de realidade virtual ou realidade aumentada. O SENAI deve investir nessas tecnologias para propiciar ao futuro profissional uma experiência mais próxima a essa realidade, sem a necessidade de interagir fisicamente com uma plataforma.

4.1.2.22 Abertura para novas tecnologias (PR05)

O Gráfico 30 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador ABERTURA PARA NOVAS TECNOLOGIAS.

Gráfico 30 - Abertura para novas tecnologias



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 10, sendo assinalada 120 vezes (26,8%). seguida da nota 9, que obteve 107 indicações (23,9%). Este indicador teve como média a nota 8,29. Há um grau de desenvolvimento alto dos futuros profissionais em aceitar as novas tecnologias.

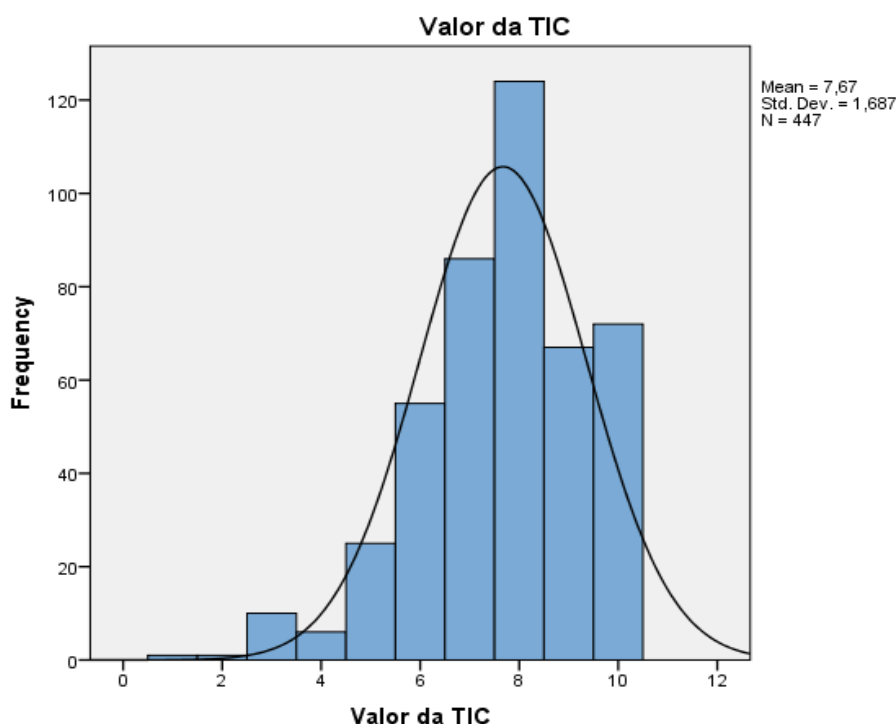
Observa-se que a nota 8 foi assinalada 105 vezes (23,5%) neste indicador. Não houve atribuição para a nota 0 neste indicador.

Do ponto de vista educacional, as novas tecnologias atualizarão o trabalho na indústria, com isso o futuro profissional necessitará de mais conhecimento e habilidades, cabendo ao SENAI investir nessa mudança de demanda.

4.1.2.23 Valor da tecnologia da informação e comunicação (PR06)

O Gráfico 31 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador VALOR DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.

Gráfico 31 - Valor da tecnologia da informação e comunicação



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A nota mais atribuída pelos docentes foi a nota 8, sendo assinalada 124 vezes (27,7%), seguida da nota 7, que obteve 86 indicações (19,2%). Este indicador teve como média a nota 7,67. Para os futuros profissionais há um grau de desenvolvimento médio para a Tecnologia da Informação e Comunicação, e este contribui para o progresso tecnológico, produção e crescimento da produtividade.

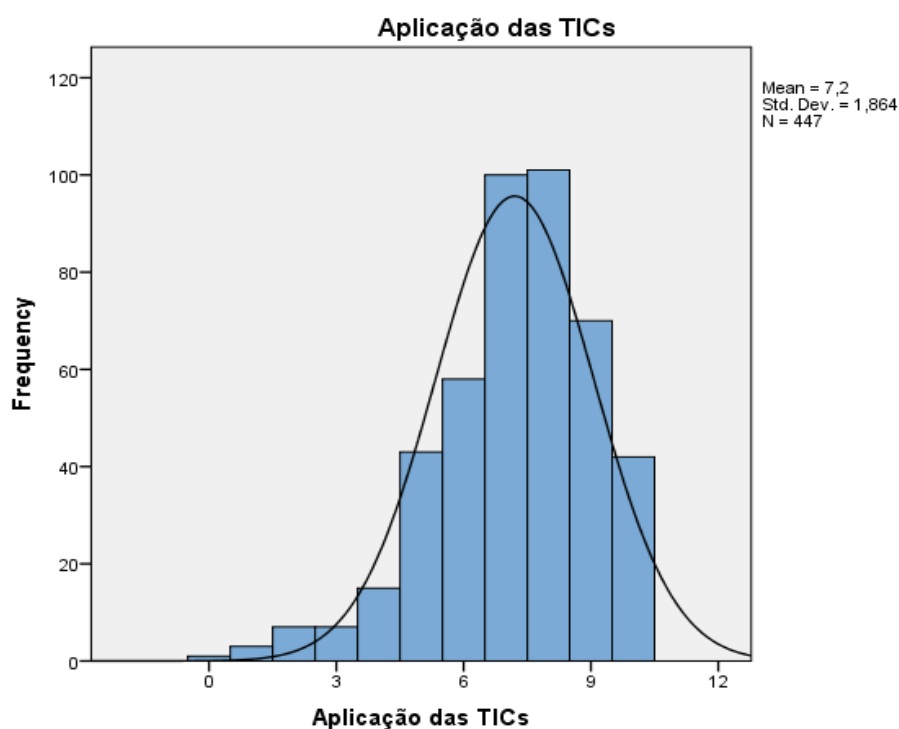
As notas 9 e 10 tiveram uma atribuição relativamente homogênea, sendo 15,0% e 16,1%, respectivamente.

A nota 0 não foi assinalada neste indicador.

4.1.2.24 Aplicação das tecnologias da informação e comunicação (PR07)

O Gráfico 32 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.

Gráfico 32 - Aplicação das tecnologias da informação e comunicação



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

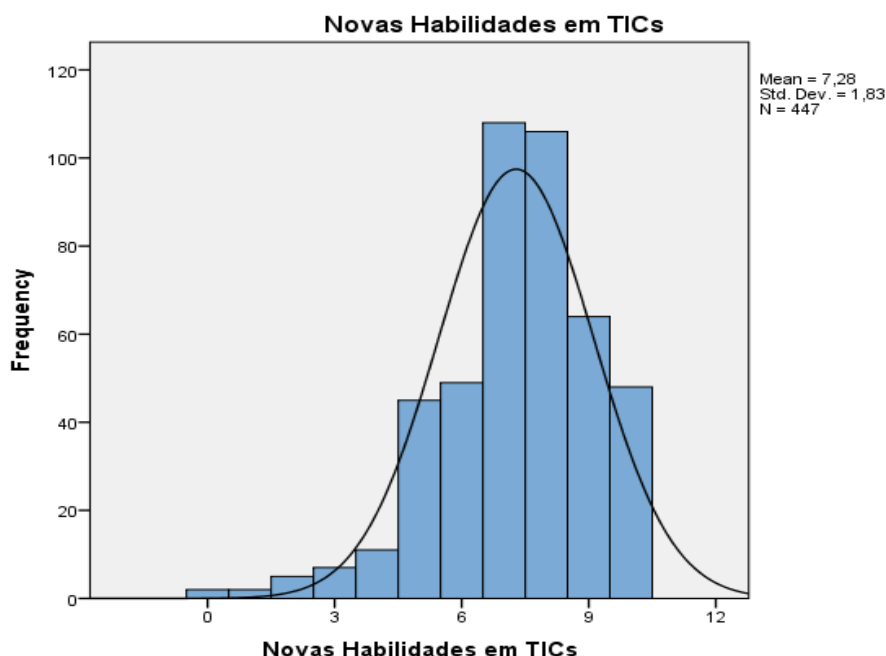
As notas mais atribuídas pelos docentes foram as notas 8 e 7, sendo assinaladas 101 vezes (22,6%) e 100 vezes (22,4%), respectivamente. Este indicador teve como média a nota 7,2. Do ponto de vista dos docentes, os futuros profissionais possuem um desenvolvimento médio com habilidades e conhecimentos que auxiliam os profissionais a entenderem e operarem uma ampla gama de softwares de tecnologia.

4.1.2.25 Nova habilidade em tecnologia da informação e comunicação (PR08)

O Gráfico 33 apresenta a distribuição de respostas recebidas na pesquisa de campo com relação à questão: Indique o grau de desenvolvimento dos futuros

profissionais no cenário da Indústria 4.0 para o indicador NOVA HABILIDADE EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.

Gráfico 33 - Nova habilidade em tecnologia da informação e comunicação



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

As notas mais atribuídas pelos docentes foram as notas 7 e 8, sendo assinaladas 108 vezes (24,2%) e 106 vezes (23,7%), respectivamente. Este indicador teve como média a nota 7,28. Os futuros profissionais tiveram um desenvolvimento médio para adaptação e aprendizado em novas habilidades de Tecnologia da Informação e Comunicação. As áreas de requisitos de habilidades serão infraestrutura de TI, tecnologia de automação, análise de dados, segurança de dados/segurança de comunicações, desenvolvimento ou aplicação de sistemas de assistência, software de colaboração, habilidades não técnicas, como pensamento sistêmico ou compreensão de processos.

Observa-se que as notas 5, 6 e 10 obtiveram uma distribuição relativamente homogênea, apresentando porcentagens de 10,1%, 11,0% e 10,7%, respectivamente.

4.1.2.26 Principais considerações acerca dos indicadores

O indicador Abertura para Novas Tecnologias (PR05) obteve a maior média (8,29) e foi o único indicador que teve a nota 10 com a maior quantidade de atribuições, sendo considerado o indicador com maior grau de desenvolvimento pelos futuros profissionais na visão dos docentes, com isso verifica-se que os futuros profissionais possuem uma aceitação maior para as novas tecnologias.

A menor média foi apresentada pelo indicador Tecnologias para a Indústria 4.0 (CO07) (6,94), com isso verifica-se que este indicador é menos desenvolvido pelos futuros profissionais. Observa-se, assim, que não há menor desenvolvimento em tecnologias específicas como Big Data, Inteligência Artificial, Robótica, Internet das Coisas, Computação em Nuvem etc.

Criatividade (CO01) teve como mais baixa atribuída a nota 2, assim, os docentes participantes da pesquisa indicam que os futuros profissionais comumente desenvolvem em algum grau suas habilidades para propor ideias inesperadas ou diferentes sobre um determinado assunto ou situação, ou no desenvolvimento de modos criativos de resolução de problemas.

Construção de Redes (CII07) foi o indicador com maior quantidade de atribuição para a nota 0, com isso verifica-se que os futuros profissionais não estão se desenvolvendo suficientemente em manter um conjunto de contatos que podem se beneficiar mutuamente.

4.1.2.27 Indicador X Formação

Com os valores médios das notas dos indicadores em cada nível de formação dos docentes que participaram da pesquisa realizou-se o teste de diferença entre médias para verificar se há diferença nas médias dos grupos Formação. O Quadro 15 apresenta as médias das notas averiguadas de cada indicador a partir da formação dos docentes que responderam à pesquisa de campo.

Quadro 15 - Indicador X Formação

Indicador	1	2	3	4	5	6	Sig	Média
Criatividade	7,16	7,42	7,63	7,34	7,59	8,00	0,51	7,52
Pensamento analítico/crítico	7,33	7,33	7,84	7,57	7,53	8,67	0,11	7,71
Resolução de problemas complexos	7,03	6,97	7,72	7,29	7,38	8,67	0,14	7,51
Julgamento e tomada de decisão	7,06	7,17	7,69	7,38	7,18	8,33	0,14	7,47

Habilidades de manutenção e reparo	7,26	7,45	7,47	7,51	7,35	8,33	0,39	7,56
Controle de qualidade	7,34	7,48	8,03	7,70	7,09	8,83	0,07	7,75
Tecnologias da Indústria 4.0	6,74	6,88	6,91	6,98	7,24	7,17	0,95	6,99
Adaptabilidade e flexibilidade	7,38	7,43	7,97	7,67	7,56	8,67	0,09	7,78
Inovação	7,30	7,42	7,75	7,46	7,50	8,67	0,07	7,68
Análise/visão sistêmica	7,12	7,27	7,88	7,38	7,15	8,50	0,08	7,55
Explorando novas oportunidades	7,24	7,50	7,53	7,58	7,74	8,67	0,17	7,71
Nova geração de ideias	7,16	7,40	7,63	7,34	7,50	8,17	0,35	7,53
Capacidade de adotar um novo produto/serviço	7,76	7,88	8,22	8,08	8,50	8,67	0,43	819
Defesa de uma nova ideia	7,18	7,47	7,78	7,48	7,38	8,50	0,10	7,63
Implementação de novas ideias	7,22	7,62	7,94	7,62	7,35	8,33	0,25	7,68
Capacidade de resolução de problemas	7,28	7,42	7,84	7,60	7,38	8,50	0,18	7,67
Construção de rede	7,03	6,73	7,00	7,35	7,18	7,83	0,34	7,19
Colaboração	7,63	7,75	8,31	8,00	8,24	9,50	0,10	8,24
Compartilhamento de conhecimento	7,80	8,03	8,31	8,15	7,94	9,17	0,09	8,23
Operação baseada em dados	6,97	7,00	7,38	7,34	7,24	8,17	0,19	7,35
<i>E-learning</i>	7,21	7,33	7,72	7,71	7,44	8,33	0,29	7,62
Abertura para novas tecnologias	7,98	8,13	8,50	8,38	8,56	9,00	0,23	8,43
Valor da TIC	7,41	7,48	7,69	7,72	8,29	8,17	0,48	7,79
Aplicação das TICs	6,94	7,07	7,09	7,31	7,47	7,67	0,76	7,26
Nova habilidade em TIC	7,13	6,83	7,47	7,39	7,50	8,00	0,25	7,39
Média	7,27	7,38	7,73	7,57	7,57	8,42		

Legenda: 1 - Ensino Superior Tecnológico, 2 - Ensino Superior Bacharelado, 3 - Ensino Superior Licenciatura, 4 - Pós-Graduação Especialização, 5 - Pós-Graduação Mestrado, 6 - Pós-Graduação Doutorado

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

De acordo com os dados da pesquisa, a análise de variância (ANOVA) apontou que nenhum resultado foi significativo, isto é, as médias independem da formação do docente. Porém, analisando o Quadro 15 podemos verificar que as Tecnologias da Indústria 4.0 (CO07) é o indicador que apresentou as menores médias de notas dadas pelos docentes com formação em Ensino Superior Tecnológico (6,74), Ensino Superior Licenciatura (6,91), Pós-Graduação Especialização (6,98) e Pós-Graduação Doutorado (7,17). A menor média de nota dada pelos docentes com formação em Ensino Superior Bacharelado foi para o indicador Construção de Redes (CII07) (6,73) e a formação em Pós-Graduação Mestrado apresentou a menor média de nota para Controle de Qualidade (CO06) (7,09).

Os docentes com formação Pós-Graduação em nível de Doutorado aplicaram a maior média de nota para o indicador Colaboração (PR01) (9,50), o indicador Abertura para Novas Tecnologias (PR05) teve a maior média de notas para todas as demais formações, sendo Ensino Superior Tecnológico (7,98), Ensino Superior Bacharelado (8,13), Ensino Superior Licenciatura (8,50), Pós-Graduação Especialização (8,38), Pós-Graduação Mestrado (8,56).

O grau de formação que apresentou as maiores médias de notas (8,42) foi a Pós-Graduação em nível de Doutorado. Ensino Superior Tecnológico foi a formação com as menores médias de notas (7,27).

Considerando todas as médias, o indicador Tecnologias da Indústria 4.0 (CO07) apresentou a menor média de notas (6,99) e Abertura para Novas Tecnologias (PR05) apresentou a maior média de notas (8,43).

Realizou-se uma outra análise para interpretar a significância estatística da diferença entre as médias das notas averiguadas de cada indicador a partir da formação dos docentes, com isso utilizou-se o teste de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*). Para valores inferiores a 0,05 considera-se que há diferença significativa entre os grupos.

O resultado da nova análise de variância (ANOVA) mostrou que os indicadores Controle de Qualidade (CO06) (0,045) e Colaboração (PR01) (0,035) apresentaram significância abaixo de 5%. Valores inferiores a 5% indicam que há diferença entre os grupos.

Com isso, foram feitos testes de múltiplas comparações para os indicadores Controle de Qualidade (CO06) e Colaboração (PR01) que apontaram com o método de Fisher LSD (Least Significant Difference) os valores do Quadro 16.

Quadro 16 - Múltiplas comparações

Indicador	(I) Grau de escolaridade	(J) Grau de escolaridade	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.
Controle de Qualidade	Ensino Superior Tecnológico	Ensino Superior Bacharelado	-0,143	0,281	0,611
		Ensino Superior Licenciatura	-0,691	0,348	0,048

Indicador	(I) Grau de escolaridade	(J) Grau de escolaridade	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	
		Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)	-0,356	0,209	0,089	
		Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado)	0,252	0,340	0,459	
		Pós-Graduação Stricto Sensu (Doutorado)	-1,493	0,716	0,038	
	Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado)	Ensino Superior Tecnológico	-0,252	0,340	0,459	
		Ensino Superior Bacharelado	-,0395	0,365	0,280	
		Ensino Superior Licenciatura	-0,904	0,419	0,025	
		Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)	-0,609	0,313	0,053	
		Pós-Graduação Stricto Sensu (Doutorado)	-1,745	0,753	0,021	
	Colaboração	Ensino Superior Tecnológico	Ensino Superior Bacharelado	-0,122	0,277	0,659
			Ensino Superior Licenciatura	-0,685	0,344	0,047
			Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)	-0,377	0,207	0,069
			Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado)	-0,608	0,336	0,071
Pós-Graduação Stricto Sensu (Doutorado)			-1,872	0,707	0,008	
Ensino Superior Bacharelado		Ensino Superior Tecnológico	0,122	0,277	0,659	
		Ensino Superior Licenciatura	-0,563	0,367	0,127	
		Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)	-0,255	0,244	0,298	
		(J) Grau de escolaridade	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	
		Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado)	-0,485	0,360	0,179	
Pós-Graduação Stricto Sensu (Doutorado)		-1,750	0,719	0,015		
Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)		Ensino Superior Tecnológico	0,377	0,207	0,069	
		Ensino Superior Bacharelado	0,255	0,244	0,298	
		Ensino Superior Licenciatura	-0,308	0,318	0,333	
		Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado)	-0,231	0,309	0,456	
		Pós-Graduação Stricto Sensu (Doutorado)	-1,495	0,695	0,032	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Para o indicador Controle de Qualidade (CO06), verifica-se que os valores de significância menores que 5% estão presentes (I) Ensino Superior Tecnológico com

a formação (J) Ensino Superior Licenciatura (0,048) e na formação (J) Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado (0,038); e também com a formação (I) Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado com a formação (J) Ensino Superior Licenciatura (0,025) e na formação (J) Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado (0,021).

O indicador Colaboração (PR01) apresentou valores de significância abaixo de 0,05 na formação (I) Ensino Superior Tecnológico com a formação (J) Ensino Superior Licenciatura (0,047) e com a formação (J) Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado (0,008); na formação (I) Ensino Superior Bacharelado com a formação (J) Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado (0,015); e na formação (I) Pós-Graduação *Lato Sensu* Especialização com a formação (J) Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado (0,032).

De acordo com os dados da pesquisa, verifica-se que há diferença entre os grupos com o aumento do nível de formação dos docentes.

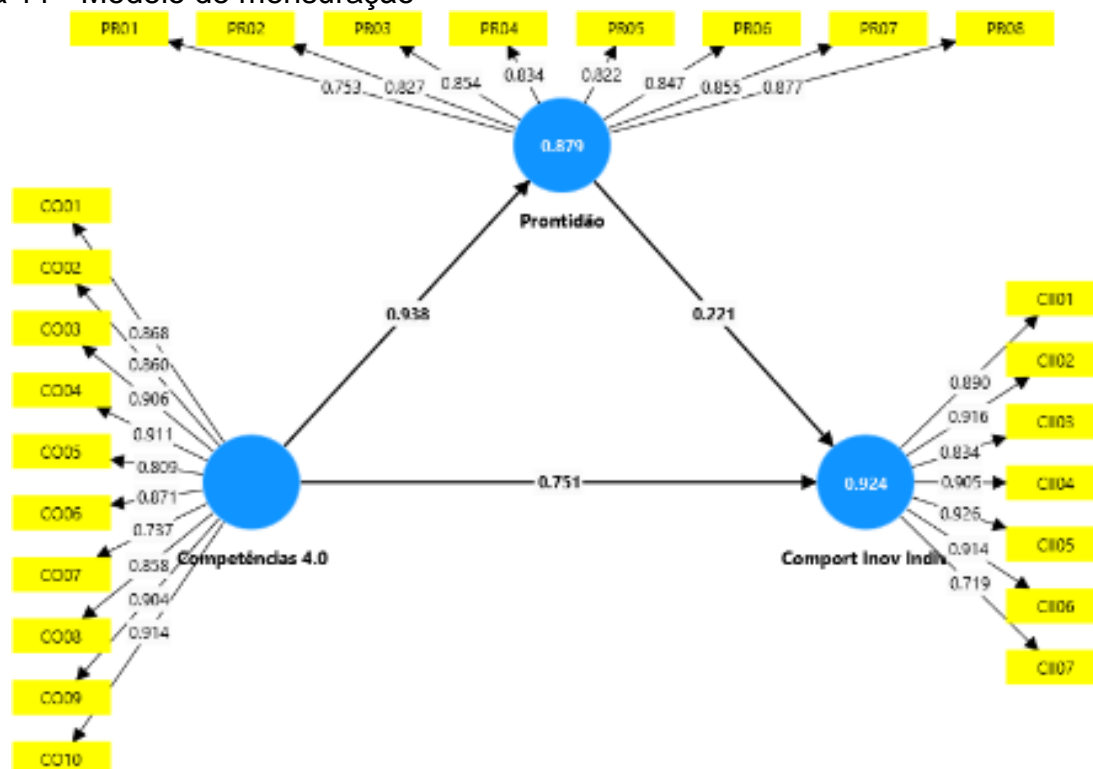
4.1.3 Modelagem de equações estruturais

A presente seção apresenta o modelo de mensuração. Foram realizadas análises relacionadas à validade convergente, validade discriminante e à confiabilidade do modelo, tendo como roteiro de apresentação dos resultados de Bido e Silva (2019). O modelo de mensuração foi delineado por meio do *software* SmartPLS (Ringle; Wende; Becker, 2024), a partir do modelo teórico proposto.

A avaliação do modelo de mensuração tem como base medidas empíricas das relações entre os constructos e os indicadores (Validade Discriminante, Confiabilidade Composta, Cargas Cruzadas e AVE), enquanto a avaliação do modelo estrutural tem como base medidas empíricas (Coeficiente de Caminho, Teste t, f^2 , R^2) (Hair *et al.*, 2022).

A Figura 11 apresenta o modelo de mensuração.

Figura 11 - Modelo de mensuração



Fonte: Resultados gerados pelo SmartPLS (2024)

A avaliação do modelo parte do cálculo do valor do Alfa de Cronbach para testar a confiabilidade da consistência interna. Os valores do teste de cada variável deram resultado satisfatório com o valor da confiabilidade da consistência interna mostrando mais de 0,887, como pode ser visto na Tabela 12. Todas as cargas fatoriais estão acima de 0,60, assim atende-se ao critério de Hair *et al.* (2022). O fato de os valores das cargas fatoriais estarem acima de 0,60 demonstra que o modelo apresenta boa validade dos constructos.

Tabela 12 - Matriz de correlação entre as variáveis latentes (n=447)

	Competências 4.0	Comport Inov Indiv	Prontidão
Competências 4.0	0,897		
Comport Inov Indiv	0,892	0,903	
Prontidão	0,852	0,829	0,889
Cronbach's alpha	0,919	0,887	0,911
Composite reliability (rho_a)	0,920	0,889	0,911
Composite reliability (rho_c)	0,943	0,930	0,938
Average variance extracted (AVE)	0,805	0,816	0,790

Nota1: Valores na diagonal são a raiz quadrada da AVE, como são maiores que as correlações entre as VL (Variáveis Latentes: valores fora da diagonal), há validade discriminante.

Nota2: Todas as correlações são significantes a 1%.

Fonte: Resultados gerados pelo SmartPLS (2024)

A Variância Média Extraída (AVE) de todos os constructos foi maior que 0,50 e a confiabilidade composta para cada constructo foi maior que 0,60, atendendo aos critérios de Hair *et al.* (2022), com isso verifica-se que a validade convergente, discriminante e confiabilidade estão adequadas (Hair *et al.*, 2022; Bido; Silva, 2019; Fornell; Larcker, 1981).

A validade discriminante indica se os constructos são independentes uns dos outros (Hair *et al.*, 2022) e o critério de Fornell e Larcker (1981) realiza a comparação da raiz quadrada dos valores da AVE com as correlações dos constructos e esta deve ser maior que a correlação com qualquer outro constructo. As correlações entre os constructos estão entre 0,88 e 0,90. Importante ressaltar, que as correlações da Tabela 12 atendem aos critérios de Hair *et al.* (2022).

A AVE apresenta a média das cargas fatoriais elevada ao quadrado, assim há a indicação de se excluir os indicadores com cargas fatoriais (correlações) de valor menor com o intuito de se aumentar a AVE, assim adequando os indicadores à teoria e aos respectivos constructos (Ringle; Silva; Bido, 2014). Bido e Silva (2019) fazem algumas recomendações nos casos em que os valores mínimos não são atingidos para melhorar o ajuste do modelo:

- Quando os resultados apresentarem algumas cargas menores que 0,7, AVE maior que 0,5 e confiabilidade composta (CR) maior que 0,7, então deve-se manter o modelo. Sempre que possível, é recomendado manter o máximo de indicadores no modelo para não prejudicar a validade de conteúdo;
- Quando os resultados apresentarem algumas cargas menores que 0,7, AVE menor que 0,5 e CR maior que 0,7, então deve-se excluir indicadores com carga mais baixa e realizar nova iteração;
- Quando os resultados apresentarem raiz quadrada da AVE menor que a correlação entre as variáveis latentes, então deve-se eliminar indicadores com cargas mais baixas para aumentar a AVE e/ou eliminar indicadores com cargas cruzadas altas para diminuir a correlação entre as variáveis latentes.

Para a avaliação do modelo, calculou-se o valor de carregamento externo de cada indicador para determinar o valor da confiabilidade do indicador. Depois de realizar 7 iterações, o valor da carga externa é mostrado na Tabela 13. Alguns

indicadores foram omitidos com o propósito de aumentar a confiabilidade composta ou o valor do AVE para atingir o limite acima do recomendado, conforme as orientações de Bido e Silva (2019) para melhorar o ajuste do modelo. As variáveis omitidas incluem 4 indicadores da variável Comportamento de Inovação Individual, 6 indicadores da variável Competências 4.0 e 4 indicadores da variável Prontidão Tecnológica Individual. Os valores dos indicadores de cargas omitidos se apresentam no Quadro 17.

Quadro 17 - Indicadores omitidos

Variável	Carga	Observação
CII02 – Nova Geração de Ideias	0,851	Carga cruzada alta
CII05 – Implementação de Novas Ideias	0,883	Carga cruzada alta
CII06 – Capacidade de Resolução de Problemas	0,910	Carga cruzada alta
CII07 – Construção de Rede	0,719	Aumentar AVE
CO01 – Criatividade	0,860	Carga cruzada alta
CO03 – Resolução de Problemas Complexos	0,869	Carga cruzada alta
CO04 – Julgamento e Tomada de Decisão	0,898	Carga cruzada alta
CO05 – Habilidades de Manutenção e Reparo	0,841	Aumentar AVE
CO07 – Tecnologias da Indústria 4.0	0,737	Aumentar AVE
CO09 – Inovação	0,869	Carga cruzada alta
PR01 – Colaboração	0,739	Aumentar AVE
PR02 – Compartilhamento de Conhecimento	0,821	Carga cruzada alta
PR03 – Operação Baseada em Dados	0,805	Carga cruzada alta
PR05 – Abertura para Novas Tecnologias	0,838	Aumentar AVE

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A Tabela 13 apresenta os dados sobre a validade convergente e validade discriminante, assim, são apresentadas as cargas cruzadas após as iterações.

Tabela 13 - Matriz de cargas fatoriais (n=447)

	Comport Inov Indiv	Competências 4.0	Prontidão
CII01	0,911	0,817	0,753
CII03	0,881	0,762	0,728
CII04	0,917	0,836	0,766
CO02	0,803	0,872	0,709
CO06	0,805	0,901	0,727
CO08	0,779	0,891	0,785
CO10	0,814	0,925	0,833
PR04	0,767	0,752	0,848
PR06	0,732	0,739	0,879
PR07	0,701	0,732	0,912
PR08	0,743	0,801	0,914

Nota: Todas as cargas fatoriais são significantes a 1%.

Fonte: Resultados gerados pelo SmartPLS (2024)

Os valores em negrito na Tabela 13 referem-se às cargas fatoriais, estas dispõem de valores superiores às cargas cruzadas, que são apresentadas pelos demais valores fora da diagonal. Todas as cargas cruzadas, quando analisadas na vertical, são menores que cargas fatoriais (em negrito), assim, confirma-se a validade discriminante (Bido; Silva, 2019; Hair *et al.*, 2022).

Para testar a significância das relações utilizou-se o módulo *Bootstrapping*, técnica de reamostragem em que se avalia a significância (p-valor) das correlações (modelos de mensuração) e das regressões (modelo estrutural), do SmartPLS (Ringle; Wende; Becker, 2024). O teste de hipóteses é realizado em cálculos de modelos internos (modelos estruturais). A avaliação do modelo é apresentada no Quadro 18.

Quadro 18 - Avaliação do modelo estrutural

	Hipóteses	VIF	f ²	Coefficiente estrutural padronizado	Desvio padrão	valor-t	valor-p	R ² ajustado
CO -> CII	H1(+)	3,653	0,670	0,676	0,042	16,252	0,000	0,812
CO -> PR	H2(+)	1,000	2,653	0,852	0,018	48,504	0,000	0,726
PR -> CII	H3(+)	3,653	0,094	0,253	0,045	5,682	0,000	0,812

Legenda1: CO – Competências 4.0; CII – Comportamento de Inovação Individual; PR – Prontidão Tecnológica Individual

Legenda2: f² = tamanho do efeito de Cohen; VIF= Variance Inflation Factor

Nota: Valores-p estimados por *bootstrapping* com 5.000 repetições

Fonte: Resultados gerados pelo SmartPLS (2024)

O VIF obteve valores entre 1,00 e 3,65. Quando os valores de VIF são menores que 5, não há necessidade de se excluir preditores, tão pouco de agrupá-los em variável latente de segunda ordem (Bido; Silva, 2019).

Quanto à importância dos preditores, há a indicação de Hair *et al.* (2022) sobre o tamanho do efeito, onde f² = 0,02 pequeno efeito; f² = 0,15 efeito médio; e f² = 0,35 grande efeito. Assim, Prontidão Tecnológica Individual em Comportamento de Inovação Individual (H3) demonstra nível de baixa contribuição e os demais possuem grande efeito.

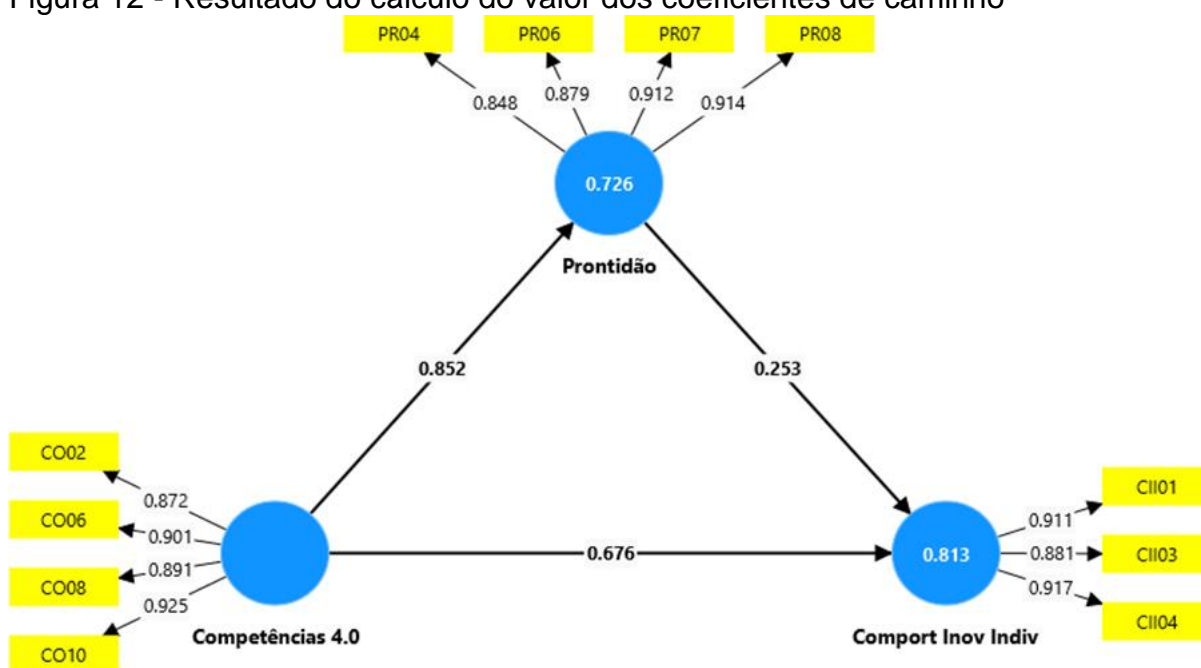
A variância explicativa das variáveis endógenas pode ser avaliada com o uso do valor de R² ajustado, que indica a qualidade do modelo ajustado. Hair *et al.* (2022) estabelecem graduações para R², onde: R² = 0,02 fraco; R² = 0,13 moderado e R² = 0,26 substancial. O modelo apresentou H1 e H3 com o maior percentual, com 81,2%, e H2 com 72,6%, portanto, o modelo apresenta qualidade substancial.

As três variáveis possuem relações positivas. O valor mais alto dos coeficientes está no caminho Competências para Prontidão, que é 0,852, enquanto o valor mais baixo dos coeficientes está no caminho Prontidão para Comportamento de Inovação Individual, que é 0,253.

A determinação do nível de significância do coeficiente de caminho utiliza estatisticamente o valor-t e o valor-p. O cálculo do valor-t e do valor-p é realizado após utilização da técnica de *bootstrapping* com 5.000 amostras de *bootstrap* com nível de significância igual a 0,05. O valor-t possui um nível de confiança amplamente utilizado de 95%, assim o valor-t correspondente é 1,96 (Hair *et al.*, 2022). Assim, verifica-se o valor estatístico de $t >$ valor crítico (1,96) e valor de $p <$ 0,05. Isso indica que H1, H2 e H3 são aceitas, o que significa que as Competências 4.0 têm um efeito significativo na Prontidão Tecnológica Individual e no Comportamento de Inovação Individual. Além disso, a Prontidão Tecnológica Individual tem um efeito significativo no Comportamento de Inovação Individual.

O resultado do cálculo do valor dos coeficientes de caminho pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 - Resultado do cálculo do valor dos coeficientes de caminho



Fonte: Resultados gerados pelo SmartPLS (2024)

Observa-se na Figura 12 que as três variáveis possuem relações positivas. O valor mais alto dos coeficientes de caminho está em Competências para a

Prontidão, que é 0,852, enquanto o valor mais baixo dos coeficientes de caminho está em Prontidão para Comportamento de Inovação Individual, que é 0,253.

O resultado do modelo estrutural demonstra que os indicadores persistentes após a modificação do modelo de pesquisa são indicadores que influenciam a relação das Competências 4.0 com a Prontidão Tecnológica Individual e o Comportamento de Inovação Individual.

Os indicadores da variável Competências 4.0 que possuem um impacto significativo nesse relacionamento são Pensamento Analítico/Crítico (CO02), Controle de Qualidade (CO06), Adaptabilidade e Flexibilidade (CO08), e Análise/Visão Sistêmica (CO10).

Os indicadores da variável Prontidão Tecnológica Individual com efeito significativo são *E-Learning* (PR04), Valor da Tecnologia da Informação e Comunicação (PR06), Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (PR07), e Novas Habilidades em Tecnologia da Comunicação e Informação (PR08).

Os indicadores da variável Comportamento de Inovação Individual com efeito significativo na relação são Explorando Novas Oportunidades (CII01), Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço (CII03), e Defesa de uma Nova Ideia (CII04).

O teste de hipóteses para a variável mediação foi realizado através do método de Sobel. O teste de Sobel (Sobel, 1982) utiliza a magnitude do efeito indireto em comparação com seu erro padrão de medição estimado para derivar a estatística. O teste foi realizado para examinar o efeito da relação de Competências 4.0 no Comportamento de Inovação Individual mediada pela Prontidão Tecnológica Individual.

A fórmula a seguir é utilizada para calcular o Teste de Sobel:

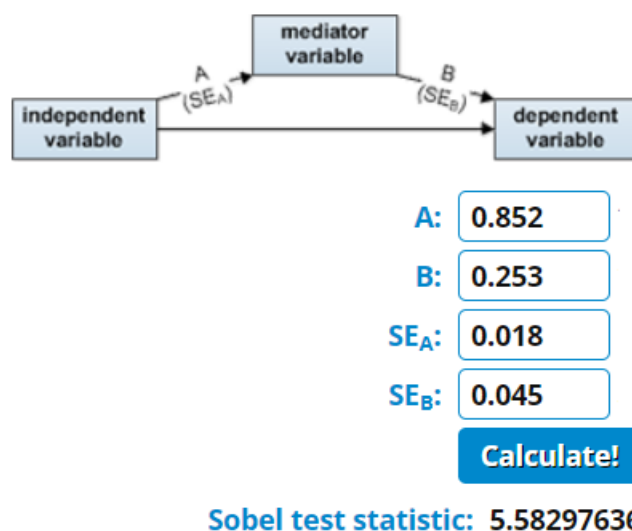
$$S = (a * b - (SEa * SEb)) / \sqrt{(b^2 * SEa^2) + SEb^2}$$

Onde:

- a é o efeito da variável independente no mediador (caminho a)
- b é o efeito do mediador na variável dependente, controlando a variável independente (caminho b)
- SEa é o erro padrão de a
- SEb é o erro padrão de b

O valor da mediação variável é o valor $Z_{hit} > Z_{tabel} (1,96)$ (Juwita *et al.*, 2020). O teste de hipóteses para a variável mediação foi medido utilizando-se a calculadora *online* do teste de Sobel. O resultado do cálculo pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Teste de Sobel



Fonte: Calculadora *online* do Teste Sobel (2024)

Pode-se observar que o resultado do cálculo com teste de Sobel apresenta o valor de $5,58297636 > Z_{tabel} (1,96)$. Demonstrando que a Prontidão Tecnológica Individual como variável mediadora é capaz de mediar as Competências 4.0 com o Comportamento de Inovação Individual.

A mediação também foi avaliada pelo *bootstrapping* da ferramenta SmartPLS (Ringle; Wende; Becker, 2024). O *bootstrapping* é um procedimento de reamostragem não paramétrico que pode construir uma aproximação empírica da distribuição amostral de $\alpha\beta$ mostrando repetidamente o conjunto de dados. A Tabela 14 apresenta a mediação com efeitos diretos e indiretos.

Tabela 14 - Mediação com efeitos diretos e indiretos

Indireto	Coefficiente estrutural	Desvio padrão	valor-t	valor-p
CO -> PR -> CII	0,216	0,038	5,636	0,000
Direto	Coefficiente estrutural	Desvio padrão	valor-t	valor-p
CO -> CII	0,676	0,042	16,252	0,000
PR -> CII	0,253	0,045	5,682	0,000

Legenda: CO – Competências 4.0; CII – Comportamento de Inovação Individual; PR – Prontidão Tecnológica Individual

Fonte: Resultados gerados pelo SmartPLS (2024)

O resultado do cálculo dos coeficientes de caminhos diretos e indireto apresentado na Tabela 14 apresenta variáveis com relações positivas. A relação direta Competências para Comportamento de Inovação Individual apresenta o valor mais alto dos coeficientes de caminho (0,676), enquanto a relação indireta Competências para Prontidão e Comportamento de Inovação Individual apresenta um valor mais baixo (0,216).

Com base na Tabela 14, verifica-se o valor estatístico de $t >$ valor crítico (1,96), e o valor de $p < 0,05$, indicando que a mediação possui um efeito significativo positivo, ou seja, a Prontidão é capaz de mediar a Competência com o Comportamento de Inovação Individual.

O resultado demonstrou que competências 4.0 têm um efeito positivo no comportamento de inovação individual, isto significa que a prontidão tecnológica individual como mediadora do constructo foi bem-sucedida. Pode-se dizer que quanto mais forte a influência das competências 4.0, mais forte a influência do comportamento de inovação digital, sendo acelerado com a prontidão tecnológica individual.

A aceitação ou rejeição das hipóteses utiliza estatisticamente o valor $t > 1,96$ e valor $p < 0,05$. O resultado do estudo mostra que as competências 4.0 têm um efeito positivo significativo no comportamento de inovação individual (H1), valor $t = 16,252$ e valor $p = 0,000$. O resultado do estudo mostra que as competências 4.0 têm um efeito positivo significativo na prontidão tecnológica individual (H2), valor $t = 48,504$ e valor $p = 0,000$. O resultado do estudo mostra que a prontidão tecnológica individual tem um efeito positivo significativo sobre o comportamento de inovação individual (H3), valor $t = 5,682$ e valor $p = 0,000$. O resultado do estudo mostra que a prontidão tecnológica individual faz a mediação entre competências 4.0 e comportamento de inovação individual, valor $t = 5,636$ e valor $p = 0,000$.

A seção seguinte apresenta a fase qualitativa do trabalho.

4.2 Fase qualitativa

A etapa qualitativa é voltada à discussão e compreensão dos dados obtidos junto aos especialistas. As entrevistas de confirmação, quando utilizadas em

métodos mistos, apresentam dados importantes, enriquecendo a pesquisa com percepções e opiniões intrínsecas dos participantes (Peters; Halcomb, 2015).

Diferentemente da fase quantitativa que está diretamente atrelada a uma amostra representativa em termos numéricos, a qualidade de poucos entrevistados e um roteiro claro podem contribuir mais com a pesquisa do que um elevado número de participantes (Baker; Edwards, 2012). O objetivo da fase qualitativa está no aprofundamento da discussão com opiniões de pessoas com experiência no tema e com disposição para comentar os dados obtidos.

Essa fase atende ao quinto objetivo específico deste trabalho: identificar como os especialistas avaliam o desenvolvimento dos futuros profissionais com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual.

Na prática as entrevistas podem ser gravadas ao longo do processo, assegurando que o pesquisador não perca nenhum detalhe das falas dos entrevistados, uma vez que a transcrição imediata pode resultar em anotações insuficientes e limitadas (Adeoye-Olatunde; Olenik, 2021).

A fase qualitativa deste trabalho realizou entrevistas de forma semiestruturada com especialistas ligados ao SENAI. Esses especialistas ocupam cargos de supervisão, gestão e membro de conselho. Para a apresentação dos resultados, os especialistas foram nominados como E1, E2, E3 e E4.

O instrumento de pesquisa tinha um roteiro semiestruturado (Apêndice B) contendo 11 questões divididas em três grupos: caracterização do perfil dos respondentes, principais considerações acerca dos indicadores de competências 4.0, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual na visão dos docentes do SENAI, e indicadores mais significativos do modelo.

Para os especialistas, a maioria dos respondentes são provenientes das cidades de São Paulo e Campinas e é coerente com a concentração das unidades na Grande São Paulo e na região metropolitana de Campinas. O especialista E4 observou que são 35 unidades na Grande São Paulo e 53 unidades na Baixada Santista e Interior, então o maior número de unidades está concentrado na Baixada Santista e no Interior. O que pode ter acontecido para que a maioria dos respondentes seja das unidades de São Paulo foi a ocorrência de uma mobilização maior dos docentes dessas unidades para participar da pesquisa, sendo necessário verificar a quantidade de docentes em cada uma das 88 unidades para se realizar

uma análise mais aprofundada sobre esses números, porém esses dados não são públicos.

Outro ponto que também não gerou surpresa aos especialistas está relacionado à grande maioria de os respondentes serem do gênero masculino. De acordo com o especialista E1, a maior representatividade do corpo docente é formada, tradicionalmente, por homens. O especialista E2 comenta que o elevado número de docentes do gênero masculino pode estar relacionado ao fato de os cursos terem diversas operações de oficina. Os especialistas ressaltam que nos últimos tempos há um esforço do SENAI para equilibrar esse quantitativo, através da abertura de cursos em diversas áreas, por exemplo, áreas administrativas relacionadas à tecnologia da informação, bem como áreas de química e biotecnologia que, na visão dos especialistas, atraem muitas mulheres.

O setor de recursos humanos do SENAI tem realizado movimentos nesse sentido, como o censo da diversidade, em que um grupo organizado está discutindo sobre diversidade, não somente de gênero, mas também relacionada à raça, a pessoas com necessidades especiais etc. Uma das ações para aumentar a diversidade está relacionada à criação de políticas de contratação de mulheres. Dados do relatório de transparência e igualdade salarial de mulheres e homens do Departamento Regional de São Paulo indicam que a composição do total de empregados por gênero no SENAI é de 38,3% para o gênero feminino e 61,7% para o gênero masculino (SENAI, 2024).

Com relação à formação dos docentes, os especialistas explicam que o fato de a maioria possuir uma formação especializada, pós-graduação em especialização, está alinhada com a Diretriz Curricular Nacional, destacando a obrigatoriedade da formação especializada para a educação profissional e tecnológica para os profissionais de cursos técnicos.

Ainda sobre a formação dos docentes, um dos resultados verificados foi um maior número de professores do gênero feminino ter uma formação em mestrado e doutorado superior comparado ao número de professores do gênero masculino. Diante deste dado, o especialista E3 ressaltou que a formação dos professores do gênero feminino ser mais elevada nos níveis de *stricto sensu* pode ser um indicativo semelhante ao que se verifica nas pós-graduações de uma universidade federal, onde há uma porcentagem maior de discentes do gênero feminino.

Uma possível causa, apontada pelo especialista E3, para a formação entre os professores do gênero feminino ser maior pode estar relacionada ao interesse maior deles do gênero feminino de prosseguir na formação, em detrimento de sair do ambiente universitário, para ingressar no meio profissional. Na visão do especialista E3, o professor do gênero masculino, ao obter sua primeira formação, possui como objetivo imediato o ingresso na área profissional, com atuação na indústria, ou no mercado de uma maneira geral.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023), no ano de 2022 o nível de instrução em ensino superior completo no Brasil era de 17,7% para o gênero masculino e 29,2% para o gênero feminino.

No que diz respeito ao tempo de atuação no SENAI, os especialistas destacam que o fato de o SENAI ser uma instituição de referência atrai o profissional a permanecer por um longo tempo. Os especialistas afirmam ser comum os docentes permanecerem por muito tempo na instituição, tempo médio de 10 anos como verificado na pesquisa, havendo pouca rotatividade, o que corrobora o cenário da maioria dos docentes respondentes da pesquisa terem faixa etária igual ou acima de 46 anos. A Organização das Nações Unidas apontou o SENAI como uma das principais instituições do Hemisfério Sul, sendo referência em educação profissional. A World Skills premiou o SENAI consecutivas vezes como melhor entidade de educação profissional do mundo (SENAI, 2024).

Na segunda parte do roteiro de entrevistas foram apresentados para os especialistas os resultados da fase quantitativa com as avaliações (notas atribuídas) e principais considerações acerca dos indicadores de competências 4.0, comportamento de inovação individual e prontidão tecnológica individual na visão dos docentes do SENAI. A Tabela 15 apresenta a média das notas dos indicadores.

Tabela 15 - Média das notas

Indicador	Sigla	Média
Abertura para Novas Tecnologias	PR05	8,29
Compartilhamento de Conhecimento	PR02	8,07
Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço	CII03	8,04
Colaboração	PR01	7,95
Valor da TIC	PR06	7,67
Adaptabilidade e Flexibilidade	CO08	7,60
Controle de Qualidade	CO06	7,59
Implementação de Novas Ideias	CII05	7,55

Indicador	Sigla	Média
E-Learning	PR04	7,54
Explorando Novas Oportunidades	CII01	7,52
Capacidade de Resolução de Problemas	CII06	7,52
Pensamento Analítico/Crítico	CO02	7,52
Inovação	CO09	7,46
Habilidades de Manutenção e Reparo	CO05	7,45
Defesa de uma Nova Ideia	CII04	7,44
Criatividade	CO01	7,36
Nova Geração de Ideias	CII02	7,36
Análise/Visão Sistêmica	CO10	7,34
Julgamento e Tomada de Decisão	CO04	7,31
Novas Habilidades em TICs	PR08	7,28
Resolução de Problemas Complexos	CO03	7,25
Operação Baseada em Dados	PR03	7,22
Aplicação das TICs	PR07	7,20
Construção de Rede	CII07	7,17
Tecnologias da Indústria 4.0	CO07	6,94

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

As notas atribuídas que resultaram na maior média e que indicam maior desenvolvimento é o indicador Abertura para Novas Tecnologias (PR05). Os especialistas comentam que esse resultado era esperado, por se tratar de cursos voltados para jovens e ser essa uma das características dessa nova geração que já nasceu no mundo tecnológico, sendo chamados de nativos digitais. Para o especialista E1, o SENAI está continuamente procurando estratégias para o despertar do conhecimento, em se tratando de tecnologias emergentes para a indústria, sendo muito importante que o próprio docente busque trabalhar essas informações com os futuros profissionais que estão abertos para a aceitação.

Entrevistado E4: A abertura para novas tecnologias, eu acho que é uma característica da atual geração jovem. Porque é a geração que já nasceu no mundo tecnológico, diferente da nossa geração que nasceu no final do século XX. Eles são nativos digitais. Então, eu acho que é natural que eles tenham, como nota mais alta, essa abertura para novas tecnologias.

O indicador Abertura para Novas Tecnologias está ligado à prontidão tecnológica individual, os fatores que afetam a prontidão são habilidades digitais e tecnológicas, assim, o aumento dessas habilidades digitais e tecnológicas aumenta a prontidão tecnológica individual (Winda; Yuliharsi; Lukito, 2022).

O indicador Tecnologias para a Indústria 4.0 (CO07) teve as menores notas, o que resultou na menor média, o que significa ser o menos desenvolvido, segundo a

escala aplicada. Para o especialista E1, esse resultado pode estar relacionado ao nível de complexidade de cada uma das tecnologias, uma vez que se pode ter tanto as tecnologias que são mais facilmente utilizadas, que podem fazer parte do dia a dia dos futuros profissionais, por exemplo, a realidade virtual, como as tecnologias mais complexas, por exemplo, os gêmeos digitais, alterando de acordo com o avanço das tecnologias, com o curso e a área tecnológica aplicada e ainda com o andamento do próprio curso. Para o especialista E4, o resultado também pode estar relacionado com a fase do curso em que se encontra esse futuro profissional, uma vez que muitos aprimoram as chamadas competências transversais ao longo de sua passagem pelo SENAI.

Especialista E2: O aluno, às vezes, tem essa dificuldade de alinhar o que ele vê na escola com o que é a realidade da indústria. Então, a gente mesmo está realinhando esse diálogo para essas questões, porque a gente fala muito das tecnologias 4.0, mas a gente não trabalha efetivamente com big data. A gente não trabalha com inteligência artificial. A gente conclui que inteligência artificial é um Chat GPT, mas o Chat GPT é uma parcela do que é inteligência artificial. Então, a gente está alinhando esses pontos. Então, faz todo sentido, realmente, a gente estar aberto e desenvolver pouco.

Os especialistas afirmam que existe um indicativo muito forte para a promoção das tecnologias relacionadas à Indústria 4.0. Verifica-se isso com o SENAI 4.0, em que o SENAI busca esclarecer conceitos de transformação digital para direcionar as empresas rumo à Indústria 4.0. No SENAI 4.0 há a oferta de cursos específicos para a Indústria 4.0, por exemplo, curso de formação avançada em Internet das Coisas aplicada à Inteligência Artificial ou curso de especialização em *Smart Factory*.

Observa-se que o indicador Abertura para Novas Tecnologias (PR05) representa a propensão do futuro profissional para adotar e usar novas tecnologias (Hallikainen; Alamäki; Laukkanen, 2019) e o indicador Tecnologias para a Indústria 4.0 (CO07) representa a habilidade e o conhecimento na realização de tarefas com o uso de tecnologias específicas (Frazão, 2018), portanto, com base nos resultados da pesquisa, pode-se concluir que, na visão dos docentes, o indicador Abertura para Novas Tecnologias pode ser visto como uma expectativa de utilização das novas tecnologias, porém na prática o desenvolvimento dos futuros profissionais com relação às tecnologias específicas da Indústria 4.0 não alcança o conhecimento e habilidades considerados adequados pelos docentes.

Os especialistas comentam que o indicador Construção de Redes (CII07), que obteve a segunda menor média de nota e que recebeu uma quantidade elevada de notas zero na pesquisa, pode estar relacionado à questão da visão dos docentes sobre qual rede está sendo construída e mantida. No questionário aplicado, a atribuição da nota zero significa que o futuro profissional não tinha nenhum desenvolvimento para aquele indicador.

O especialista E2 ressaltou que os futuros profissionais, principalmente por causa das redes sociais, mantêm grupos de comunicação para divulgação de oportunidades de trabalho e troca de experiências. Para o especialista E4, os futuros profissionais possuem formas de redes diferentes do que os docentes estão acostumados, pois existem diversos aplicativos, por exemplo, o *LinkedIn*, assim não há tanto a questão interpessoal.

Considerando que a construção de redes se realiza através de interações sociais, verifica-se a necessidade de desenvolvimento de comunicação e sociabilização em diversos tipos de situações e ambientes. Através das redes os futuros profissionais podem não só partilhar suas informações e conhecimentos explícitos, mas também compartilham o conhecimento tácito (Deng, 2021). Na literatura há uma concordância de que a inovação individual começa com o reconhecimento de problemas e a geração de ideias ou soluções, mas também inclui a busca pelo patrocínio de ideias e a construção de alianças de apoiadores para implementar ideias. O comportamento de inovação individual pode ser considerado um tipo de comportamento proativo no trabalho (Wu; Parker; Jong, 2014).

Os especialistas consideram que, após o término do curso, não existe uma rede estabelecida junto aos futuros profissionais e o SENAI. Porém, existe uma pesquisa de acompanhamento de egressos. O sistema de acompanhamento de egressos do SENAI é denominado SAPES, sendo um processo de avaliação, com foco nos concluintes e ex-alunos dos cursos do SENAI. A pesquisa de egressos é uma ferramenta que permite ao SENAI acompanhar a jornada dos seus alunos, desde o aprendizado ao mercado de trabalho. A ferramenta procura manter contato com estudantes que estão concluindo o curso, já formados e empresas contratantes para gerar indicadores com o intuito de aprimorar o ensino profissional.

Especialista E1: O SENAI realiza uma pesquisa junto aos egressos. E essa pesquisa junto aos egressos é para saber se ele trabalha na área de

formação, se ele trabalha também, além de ser da área de formação, relacionada ao curso que ele fez. O SENAI, inclusive, faz entrevistas com o superior direto dele para saber qual é o desempenho dele, e assim por diante.

Um dos indicadores do SAPES é a taxa de inserção de egressos no mercado de trabalho, este indicador tem como premissa verificar o percentual de egressos que conseguiram emprego durante ou após a realização do curso. A taxa de inserção de egressos no período de 2020-2023 foi de 84,4% entre os ex-alunos de cursos profissionalizantes de nível médio, um aumento em relação ao índice de 76,3% registrado no estudo anterior, de 2020-2022. Entre os egressos dos cursos de graduação tecnológica, a taxa de ocupação atinge 90,8%. Entre os egressos dos cursos de qualificação profissional, o índice de ocupação é de 72% (SENAI, 2024). Esses indicadores estão acima do nível médio de ocupação dos trabalhadores brasileiros, que ficou em 56,6% em 2022 (IBGE, 2023).

Por último, os principais resultados da modelagem de equações estruturais foram apresentados aos especialistas.

Com base nos resultados da modelagem de equação estrutural, os indicadores mais significativos foram: Pensamento Analítico/Crítico - CO02 (0,872), Controle de Qualidade - CO06 (0,901), Adaptabilidade e Flexibilidade - CO08 (0,891), e Análise/Visão Sistêmica - CO10 (0,925) para as Competências 4.0; E-Learning - PR04 (0,848), Valor da Tecnologia da Informação e Comunicação - PR06 (0,879), Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação - PR07 (0,912), e Novas Habilidades em Tecnologia da Comunicação e Informação - PR08 (0,914) para a Prontidão Tecnológica Individual; Explorando Novas Oportunidades - CII01 (0,911), Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço - CII03 (0,881), e Defesa de uma Nova Ideia - CII04 (0,917) para o Comportamento de Inovação Individual.

O especialista E1 comentou que, pela sua experiência, todos os indicadores são aplicados em algum nível nos cursos do SENAI. Na visão do especialista E4, há predominância para as questões analíticas e as tecnologias de informação e comunicação, pois acredita ser por meio destas que os futuros profissionais têm seu aprendizado, além de ressaltar que os futuros profissionais são de uma geração muito aberta à inovação. Na visão do especialista E2, há necessidade de maior desenvolvimento para o indicador *E-learning* (PR04), que se refere ao aprendizado eletrônico. O SENAI possui diversos cursos de educação à distância, porém esses cursos estão ligados ao conhecimento transversal, são poucas as disciplinas eletivas

e específicas de cursos regulares técnicos, de graduação e pós-graduação com o uso do *e-learning*.

Outro indicador que chamou atenção foi julgamento e tomada de decisão que deveria ter um melhor desenvolvimento por parte dos futuros profissionais, na visão do especialista E2, porém este indicador teve que ser omitido por apresentar uma carga cruzada alta, com isso se diminui a correlação entre as variáveis latentes.

Ao final os especialistas puderam realizar comentários, com isso o especialista E2 mencionou que deve haver uma maior integração entre as unidades, aquisição de equipamentos mais modernos em relação à Indústria 4.0, pois a questão tecnológica não está balizada.

Na questão acadêmica e pedagógica, os especialistas E1 e E4 afirmaram que os cursos estão sendo atualizados por áreas tecnológicas, para que haja um diálogo mais profundo com as dinâmicas e realidades da Indústria 4.0, além do cruzamento de informações de inteligência de mercado, através de bases de dados internacionais, construção de patentes e na verificação do que há de mais disruptivo fora do Brasil. Todos os esforços ainda são complementados por comitês técnicos setoriais, que escutam demandas das empresas de pequeno, médio e grande porte, alinhando com informações da academia, dos sindicatos patronais, sindicatos de trabalhadores e de conselhos regulamentadores, permitindo verificar as condições para o avanço das demandas da Indústria 4.0 para cada tipo de curso e para cada tipo de área tecnológica.

O especialista E1 ressaltou que o SENAI participa anualmente da Hannover Messe, que é a maior feira de tecnologia industrial do mundo que teve como assunto de destaque a digitalização de processos produtivos, a Indústria 4.0 e sustentabilidade, com o intuito de prospectar tecnologias e tendências que impactam os diversos setores da indústria. Para esse evento, a equipe de Inteligência e Vigilância Tecnológica do SENAI conta com 16 especialistas, que participam de palestras, demonstrações, apresentações, realizam *benchmarking* e reuniões com institutos de pesquisa e empresas líderes do mercado. Como resultado da participação na Hannover Messe os especialistas produzem um material com as principais novidades tecnológicas demonstradas na feira.

O especialista E3 destacou a atuação dos docentes dos cursos profissionalizantes do SENAI que combinam a formação, obrigatoriamente acadêmica e teórica, com a formação relacionada à formação profissional, visando a

indústria e as necessidades dos futuros profissionais, sendo que alguns já estão inseridos no mercado.

Especialista E3: Quero destacar a interação que o SENAI faz com a área industrial, para proporcionar a formação dos alunos. Então, a própria experiência dos docentes que já tiveram, ou ainda têm relação com a área industrial e atuando na docência, eles trazem uma bagagem que é bastante diferente da bagagem observada na universidade. Na universidade, você vê um conjunto de docentes com grandes habilidades, com grandes capacidades, mas, por muitas vezes, é distante do conjunto de habilidades que se observa diretamente na atuação profissional.

O especialista E3 relatou que estudos revelam que aumentou o número de vagas para mestres e doutores, ou seja, profissionais com maior qualificação no meio industrial. Com isso, destacou que o próprio meio industrial tem levantado a necessidade de se avançar para além do ensino profissional, havendo indicativos de que a demanda do meio industrial por profissionais com uma formação acadêmica está cada vez mais sólida.

Pode-se dizer que um dos maiores desafios é o desenvolvimento de competências certas para o cenário da Indústria 4.0. Competências relacionadas à interação na tomada de decisões, planejamento, tarefas criativas, pensamento analítico, resolução de problemas complexos, adaptabilidade e flexibilidade, entre outros são difíceis de serem substituídos pela tecnologia (Juwita *et al.*, 2020), sendo considerados como ponto forte do futuro profissional para enfrentar a revolução da Indústria 4.0.

O conceito de prontidão possui origem nas teorias de gestão de mudanças, sendo assim um importante precedente para que as mudanças sejam bem-sucedidas (Armenakis, Harris e Mossholder, 1993). A prontidão tecnológica individual pode ser relacionada ao grau em que o indivíduo está inclinado a aceitar e agir para implementar um plano de mudanças (Lavrado, 2021), deste modo o *e-learning*, as competências em tecnologia da informação e comunicação, e a abertura para novas tecnologias tornam-se opções no preparo dos futuros profissionais para enfrentarem a Indústria 4.0.

O comportamento de inovação individual começa com o reconhecimento do problema e a geração de ideias e soluções, sendo caracterizado por uma orientação para a criatividade e mudança inovadora, além do apoio de parceiros (Scott; Bruce, 1994). Do ponto de vista comportamental, acredita-se que o comportamento de inovação individual seja proativo e pioneiro, o que significa tentar inovar e tornar-se

um relevante facilitador da inovação (Jianga *et al.*, 2023), dessa maneira entende-se a importância das características relacionadas às novas oportunidades, geração, defesa e implementação de ideias para os futuros profissionais.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão examinados os resultados apresentados no capítulo anterior, com foco na discussão dos resultados obtidos na pesquisa sobre a relação das competências, do comportamento de inovação individual e da prontidão tecnológica individual.

Estudos sobre competências, comportamento de inovação e prontidão, através de modelos são pertinentes com o intuito de gerar conhecimento sobre elementos considerados importantes e valiosos tanto para os profissionais como para as empresas e organizações.

Primeiramente, é importante recordar que a *survey* eletrônica foi encaminhada aos docentes do SENAI com o propósito de alcançar os objetivos específicos deste trabalho. Completado o estudo estatístico conforme os procedimentos descritos por Hair *et al.* (2022) e Ringle, Silva e Bido (2014), procedeu-se a análise de evidências encontradas na pesquisa quantitativa.

Um dos pressupostos essenciais é o tamanho da amostra considerável, pois amostras mais amplas tendem a gerar resultados mais precisos, minimizando o impacto do erro amostral (Hair *et al.*, 2022). Este pressuposto foi atendido uma vez que foram obtidas 447 respostas, quando o mínimo calculado foi de 136 casos. Isso se traduz em estimativas mais próximas dos parâmetros populacionais, tanto em relação à estrutura fatorial quanto às cargas fatoriais e à comunalidade dos itens.

Durante a avaliação do modelo estrutural foi constatado que as Competências 4.0 têm um efeito significativo na Prontidão Tecnológica Individual e no Comportamento de Inovação Individual. Além disso, a Prontidão Tecnológica Individual tem um efeito significativo no Comportamento de Inovação Individual.

Pode-se observar valores de VIF (*Variance Inflation Factor*) entre 1,00 e 3,65, o que não indica problema de colinearidade, uma vez que valores maiores ou iguais a 5 indicam colinearidade (Bido; Silva, 2019).

Prontidão Tecnológica Individual em Comportamento de Inovação Individual apresentou baixa contribuição (0,094) relacionada ao indicador de Cohen, porém os preditores Competências em Comportamento de Inovação Individual (0,670) e Competências em Prontidão Tecnológica Individual (2,653) demonstraram nível de grande contribuição, pois, de acordo com a indicação de Hair *et al.* (2022), o tamanho do efeito pequeno é de 0,02 e de grande contribuição é de 0,35.

Com relação à qualidade do modelo ajustado, o modelo apresentou qualidade substancial, com percentuais de 81,2% e 72,6%, sendo que o estabelecido por Hair *et al.* (2022) para uma graduação acima de 26% é considerada substancial.

As hipóteses de pesquisa Competências têm um efeito positivo no Comportamento de Inovação Individual (H1), Competências têm um efeito positivo na Prontidão Tecnológica Individual (H2) e a Prontidão Tecnológica Individual tem um efeito positivo sobre o Comportamento de Inovação Individual (H3) foram aceitas, uma vez que todas as hipóteses apresentaram valor $p < 0,05$ e valor $t >$ valor crítico (1,96) (Hair *et al.*, 2022).

O quadro 19 apresenta os indicadores persistentes após a modificação do modelo de mensuração que influenciam a relação das Competências com a Prontidão Tecnológica e o Comportamento de Inovação Individual.

Quadro 19 - Indicadores do modelo estrutural

Indicador	Rótulo	Carga	Fonte
Pensamento Analítico/Crítico	CO02	0,872	ONET; Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Grzybowska e Anna (2017); Prifti <i>et al.</i> (2017)
Controle de Qualidade	CO06	0,901	ONET; Costa (2018); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018)
Adaptabilidade e Flexibilidade	CO08	0,891	ONET; Costa (2018); Filipowicz (2016); Fitsilis, Tsoutsas e Gerogiannis (2018); Prifti <i>et al.</i> (2017)
Análise/Visão Sistêmica	CO10	0,925	ONET; Müller-Frommeyer <i>et al.</i> (2017)
<i>E-learning</i>	PR04	0,848	Akdil, Ustundag e Cevikcan (2017)
Valor das TIC	PR06	0,879	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
Aplicação das TIC	PR07	0,912	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
Nova habilidade em TIC	PR08	0,914	Sony e Naik (2020)
Capacidade de explorar novas oportunidades	CII01	0,911	Scott e Bruce (1994); Jong e Hartog (2010)
Capacidade de adotar um novo produto/serviço	CII03	0,881	Scott e Bruce (1994); Kamil e Yuliandra (2017)
Defesa de uma nova ideia	CII04	0,917	Jong e Hartog (2010)

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Analisando o Quadro 19, conclui-se que houve a identificação dos principais indicadores de competências 4.0, de comportamento de inovação individual e de prontidão tecnológica individual, obtendo-se um leque de indicadores para o futuro profissional.

O *World Bank Group* (2019) classifica as competências como básicas; cognitivas e metacognitivas transversais; sociais e emocionais; e profissionais. Verifica-se que os indicadores apresentados no Quadro 19 representam a classificação dada pelo *World Bank Group*. A classe básica se caracteriza pela alfabetização digital, que deve ser dominada para que os profissionais se adequem às alterações em suas ocupações. O pensamento analítico crítico e a solução de questões complexas são imprescindíveis para contestar as adversidades no ambiente de trabalho. A classe social e emocional auxilia os profissionais a terem mais gentileza e na construção de redes. Habilidades e conhecimento de técnicas especializadas são necessários para o atendimento de demandas específicas (World Bank Group, 2019).

Habilidades sociocomportamentais contribuem para os relacionamentos interpessoais dos profissionais, em que se destacam a comunicação, a mentalidade digital, a resolução de problemas, o pensamento crítico, a aprendizagem ativa e a inteligência emocional (Tessarini; Saltoreto, 2018). Para os autores, essas habilidades desempenham papel de complementação para as aplicações dos conhecimentos acadêmicos e técnicos, principalmente em ambientes com grande implicação da digitalização e concentração de tecnologia.

Observa-se que os indicadores podem ser categorizados como funcionais, comportamentais e sociais, levando-se em consideração que são fundamentais para atuação técnica e profissional, podem ser relacionadas à capacidade de interação e ao trabalho com outros colaboradores, e são intrínsecos e referentes às atividades do indivíduo (Tessarini; Saltoreto, 2018).

No estudo de Rossi Filho (2021), Pensamento Analítico/Crítico (CO02) é classificado como uma competência pessoal, sendo uma habilidade em utilizar a lógica e o raciocínio para reconhecer os pontos fortes e fracos de soluções opcionais, resoluções ou perspectivas de problemas. Controle de Qualidade (CO06) pode ser entendido como uma habilidade em realizar testes e revisões de produtos, serviços ou processos para avaliar a qualidade ou desempenho, compreendendo a

classe de competências de domínio. Adaptabilidade e Flexibilidade (CO08) integra a classe de competências digitransacionais, uma vez que pode ser entendido como uma habilidade de adaptação rápida a alterações no local de trabalho, uma disposição para mudanças (positivas ou negativas). Análise/Visão Sistêmica (CO10) consiste em uma competência metodológica, sendo entendido como uma habilidade na determinação de funcionamento de um sistema e como as alterações nas condições, nos processos e no ambiente podem afetar o resultado.

A prontidão tecnológica individual pode ser relacionada ao grau em que o indivíduo está inclinado a aceitar e agir para implementar um plano de mudanças (Lavrado, 2021). *E-learning* (PR04) refere-se ao aprendizado eletrônico, sendo um processo de aprendizado à distância fundamentado no uso dos recursos tecnológicos e na conexão com a internet. Valor das Tecnologias da Informação e Comunicação (PR06) pode ser entendido como a contribuição que a tecnologia da comunicação e informação traz para o progresso tecnológico, bem como a produção e o crescimento da produtividade, tornando os negócios mais eficientes e eficazes, respondendo prontamente às necessidades das empresas. Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (PR07) são as habilidades e os conhecimentos que auxiliam os profissionais a entenderem e operarem uma ampla gama de *softwares* de tecnologia. Nova Habilidade em Tecnologia da Informação e Comunicação (PR08), uma vez que diversas áreas requisitam habilidades em tecnologia da informação e comunicação os profissionais devem se adaptar e aprender novas habilidades para atender as demandas do mercado.

O comportamento de inovação individual começa com o reconhecimento do problema e a geração de ideias e soluções, sendo caracterizado por uma orientação para a criatividade e mudança inovadora, além do apoio de parceiros (Scott; Bruce, 1994). Capacidade de explorar novas oportunidades (CII01) é a busca por novas formas de fazer determinadas coisas ou novos nichos a serem explorados. Capacidade de adotar um novo produto/serviço (CII03) entende-se como a aceitação em utilizar novos produtos ou serviços. Defesa de uma nova ideia (CII04) se refere a ter e sustentar uma nova ideia.

O resultado da modelagem de equações estruturais foi apresentado para os especialistas que participaram da fase qualitativa do trabalho. Assim, o especialista E1 comentou que, pela sua experiência, todos os indicadores são aplicados em algum nível nos cursos do SENAI. Na visão do especialista E4, há predominância

para as questões analíticas e as tecnologias da informação e comunicação, pois acredita ser por meio destas que o futuro profissional tem seu aprendizado, além de ressaltar que os futuros profissionais são de uma geração muito aberta à inovação.

Para que o futuro profissional se desenvolva de modo eficiente, este deve associar habilidades, conhecimentos, valores e atitudes para atender as demandas da Indústria 4.0 (Cruz, 2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs-se a identificar e avaliar o desenvolvimento de competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual requerida para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, segundo a visão de professores, instrutores e educadores nas escolas profissionalizantes, em cursos orientados para a Indústria 4.0.

Para atender a esse objetivo, fez-se necessário compor a fundamentação teórica a partir da apresentação dos temas: as revoluções industriais, suas principais tecnologias e fundamentos, o perfil do trabalhador para atuação na Indústria 4.0, as competências do profissional para a Indústria 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual. Também foi apresentado um panorama do SENAI, local onde a pesquisa foi realizada.

Inicialmente, o primeiro objetivo específico buscou: 1) *Identificar o perfil dos professores, instrutores e educadores do SENAI que ministram cursos orientados para a Indústria 4.0.* Com o intuito de atingir este objetivo específico, a primeira parte do questionário trazia questões onde foi possível realizar a caracterização do perfil dos docentes do SENAI que participaram do estudo. O instrumento de pesquisa foi respondido por 447 docentes. Os respondentes da pesquisa são em sua maioria do sexo masculino, com idade igual ou superior a 46 anos, a maioria com formação em pós-graduação no nível de especialização, desenvolvendo atividades de docência no SENAI na cidade de São Paulo e a maioria com atuação de 2 anos no SENAI como docente, porém o tempo médio de atuação é de 10 anos.

O segundo objetivo específico: 2) *Identificar e avaliar o desenvolvimento do futuro profissional com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual no cenário da Indústria 4.0, na visão de docentes que ministram cursos relacionados ao tema Indústria 4.0.* Com a análise da segunda parte do questionário pode-se verificar que o indicador mais desenvolvido é Abertura para Novas Tecnologias (PR05), com nota média de 8,29, e o indicador menos desenvolvido é Tecnologias da Indústria 4.0 (CO07), com nota média de 6,94, podendo significar que a Indústria 4.0 ainda não apresenta as tecnologias 4.0. Na avaliação dos especialistas, essas médias se dão pela expectativa em aceitar e buscar a preparação para as novas tecnologias, relacionadas à variável prontidão, e a realidade de ter o conhecimento e as

habilidades para as tecnologias específicas da Indústria 4.0, relacionados à variável competências. Os especialistas comentaram que os resultados se mostraram dentro do esperado, havendo por parte do SENAI uma busca pelas novas tecnologias para a indústria, tentando fazer com que o futuro profissional tenha o interesse pelo conhecimento e aprendizado.

O indicador Construção de Redes (CII07) obteve menor desenvolvimento por parte dos futuros profissionais e os especialistas ressaltaram que uma possível causa seria que a formação de redes se dá através de meios considerados alternativos para os docentes, não mais através de interações interpessoais e sim pelas redes sociais e aplicativos. A interação é uma oportunidade para expandir a rede, criando perspectivas de carreira e fortalecimento para o crescimento profissional sustentável. A rede pode estabelecer conexões autênticas, em que uma rede diversificada pode oferecer uma gama de experiências e conhecimentos. A formação de redes deveria ser incentivada pela indústria e pelo próprio SENAI.

Na sequência com o objetivo específico: *3) Avaliar a relação entre as competências 4.0, o comportamento de inovação individual do profissional e a prontidão tecnológica individual.* A avaliação do modelo construído neste estudo pode ser usada para descrever a relação entre as Competências 4.0, de Prontidão Tecnológica Individual e Comportamento de Inovação Individual, uma vez que o nível de precisão da previsão é caracterizado com qualidade substancial.

A aceitação ou rejeição das hipóteses utiliza estatisticamente o valor $t > 1,96$ e valor $p < 0,05$. O resultado do estudo mostra que as competências 4.0 têm um efeito positivo significativo no comportamento de inovação individual (H1), valor $t = 16,252$ e valor $p = 0,000$. O resultado do estudo mostra que as competências 4.0 têm um efeito positivo significativo na prontidão tecnológica individual (H2), valor $t = 48,504$ e valor $p = 0,000$. O resultado do estudo mostra que a prontidão tecnológica individual tem um efeito positivo significativo sobre o comportamento de inovação individual (H3), valor $t = 5,682$ e valor $p = 0,000$. O resultado do estudo mostra que a prontidão tecnológica individual faz a mediação entre competências 4.0 e comportamento de inovação individual, valor $t = 5,636$ e valor $p = 0,000$.

A aceitação das hipóteses está de acordo com descobertas de estudos anteriores, por exemplo, Juwita *et al.* (2020), Alshammari (2024), Ahmad *et al.* (2019) e Sopa *et al.* (2020).

O próximo objetivo específico: *4) Identificar os principais indicadores de competências 4.0, de comportamento de inovação individual e de prontidão tecnológica individual para o futuro profissional.* De acordo com a análise, os indicadores mais significativos para a variável Competências são: Pensamento Analítico/Crítico (CO02), Controle de Qualidade (CO06), Adaptabilidade e Flexibilidade (CO08), e Análise/Visão Sistêmica (CO10); para a variável Prontidão Tecnológica Individual são: E-Learning (PR04), Valor da Tecnologia da Informação e Comunicação (PR06), Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (PR07), e Novas Habilidades em Tecnologia da Comunicação e Informação (PR08); e para a variável Comportamento de Inovação Individual são: Explorando Novas Oportunidades (CII01), Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço (CII03), e Defesa de uma Nova Ideia (CII04).

O último objetivo específico: *5) Identificar como os especialistas avaliam o desenvolvimento dos futuros profissionais com relação às competências 4.0, o comportamento de inovação individual e a prontidão tecnológica individual.* De acordo com os especialistas, os futuros profissionais possuem características para o mundo tecnológico, por serem nativos digitais, portanto, estão abertos para o aprendizado de novas tecnologias. A construção de redes dos futuros profissionais se dá, principalmente, através das redes sociais e aplicativos. Na visão dos especialistas, existe uma predominância para as questões analíticas e de tecnologia de informação e comunicação, além de serem uma geração aberta à inovação. Com isso, considera-se que este objetivo foi alcançado.

Futuros profissionais com competências 4.0 são considerados essenciais para a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 (Alshammari, 2024). Para estarem prontos para enfrentar os desafios da revolução da indústria 4.0, os futuros profissionais do SENAI precisam aperfeiçoar o seu domínio dos indicadores contidos em Competências 4.0, em Prontidão Tecnológica Individual e em Comportamento de Inovação Individual.

Os futuros profissionais com níveis elevados de competências e com comportamento de inovação individual em relação à Indústria 4.0 são mais prováveis de terem a prontidão tecnológica individual, estando preparados para adoção de novas tecnologias relacionadas ao cenário da Indústria 4.0 (Alshammari, 2024).

Com a identificação dos indicadores de competências, de comportamento de inovação individual e de prontidão tecnológica individual mais e menos

desenvolvidos pelos futuros profissionais, pode-se dizer que os resultados deste estudo auxiliarão e facilitarão aos gestores do SENAI no processo de desenvolvimento e capacitação destes indicadores nos futuros profissionais, de acordo com as exigências das empresas no cenário da Indústria 4.0.

Para preparar os futuros profissionais, as instituições devem fornecer recursos e apresentar as tecnologias e as competências da Indústria 4.0, incentivando e desenvolvendo um comportamento de inovação. Os formuladores de políticas de ensino profissional e tecnológico, assim como a alta direção das instituições devem focar no desenvolvimento técnico de futuros profissionais para as competências, conhecimento, habilidades e atitudes da Indústria 4.0, bem como o comportamento de inovação, uma vez que esses fatores possuem impacto positivo na prontidão tecnológica dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, algumas limitações de pesquisa foram encontradas. Entre as limitações encontradas é válido mencionar a necessidade de se aprofundar na definição dos construtos e alguns indicadores, pois alguns temas estudados na pesquisa, como prontidão tecnológica e comportamento de inovação, são considerados contemporâneos e por vezes podem ser confundidos. Na modelagem de equações estruturais muitos indicadores foram eliminados da mensuração, com isso levanta-se a dúvida sobre a replicabilidade dos resultados em nova amostra, pois pode inviabilizar a comparação com resultados de outros estudos, prejudicando a aplicação da escala em estudos futuros. Outra limitação refere-se a uma abordagem predominantemente quantitativa que foi utilizada para investigar a relação dos indicadores.

Assim, para futuras pesquisas sugere-se aplicar em escopos mais amplos ou amostras de pesquisa para que se possa minimizar os pontos fracos do estudo, bem como uma pesquisa futura pode contar com abordagens qualitativas mais aprofundadas, para ter uma compreensão maior da relação entre as variáveis. Este estudo foi realizado com a participação de docentes e especialistas ligados ao SENAI, portanto, pode-se realizar uma pesquisa junto aos discentes e até mesmo em outras instituições de ensino profissionalizante, onde a pesquisa pode diferir em diferentes contextos. Sugere-se ainda uma pesquisa qualitativa junto aos discentes do SENAI, com o objetivo de se avaliar o que pode ser implementado nos cursos, nas empresas em que trabalham e com relação às tecnologias da Indústria 4.0, realizando-se uma adaptação e teste do modelo.

Este trabalho não teve a intenção de esgotar a discussão sobre a temática das relações entre competências, prontidão tecnológica individual e comportamento de inovação individual do futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, mas, sim, de indicar a importância desses temas para a indústria, para as organizações educacionais e para a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ACCORSI, R.; BORTOLINI, M.; GALIZIA, F. G.; GUALANO, F.; OLIANI, M. Scalability Analysis in Industry 4.0 Manufacturing. In: **Smart Innovation, Systems and Technologies**. Singapore: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021. p. 161 - 171
- ADA, N.; ILIC, D.; SAGNAK, M. A. Framework for New Workforce Skills in the Era of Industry 4.0. **International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences**, v. 6, n. 3, p. 771-786, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2021.6.3.046>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- ADEOYE-OLATUNDE, O. A.; OLENIK, N. L. Research and scholarly methods: Semi-structured interviews. **JACCP Journal of the American College of Clinical Pharmacy**, v. 4, n. 10, p. 1358-1367, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jac5.1441>. Acesso em: 08 maio 2023.
- AHMAD, A. R.; SEGARAN, P.; KIM-SOON, N.; RIZAD, H.; OMAR, S. S. Factors Influence the Students' Readiness Industrial Revolution 4.0. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 2, p. 461-468, 2019.
- AKDIL, K. Y.; USTUNDAG, A.; CEVIKCAN, E. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy. In: USTUNDAG, A.; CEVIKCAN, E. **Industry 4.0: Managing The Digital Transformation**. [S.l.]: Springer, Cham, p. 61-94, 2017. ISBN 978-3-319-57870-5. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_4. Acesso em: 26 jun. 2022.
- AKYAZI, T; VAL, P.; GOTI, A.; OYARBIDE, A. Identifying Future Skill Requirements of the Job Profiles for a Sustainable European Manufacturing Industry 4.0. **Recycling**, v. 7, n. 3, p. 32, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/recycling7030032>. Acesso em: 04 ago. 2023.
- AL-JAROODI, J.; MOHAMED, N.; JAWHAR, I. A service-oriented middleware framework for manufacturing industry 4.0. **ACM SIGBED Review**, v. 15, n. 5, p. 29-36, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3292384.3292389>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- ALMADA-LOBO, F. The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). **Journal of Innovation Management**, p. 16-21, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.24840/2183-0606_003.004_0003. Acesso em: 19 jan. 2024.
- ALSHAMMARI, S. H. The effects of technical skills, attitudes, and knowledge on students' readiness to use 4.0 industrial revolution technologies in education. **International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technologie**, v. 12, n. 1, p. 40-52, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.46328/ijemst.3638>. Acesso em: 25 maio 2024.
- AMARAL, C. F. **Prontidão para mudança individual e facilitadores internos**: uma experiência na Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional. Brasília: Fundação Getúlio Vargas. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, 2022.

ARAÚJO, R. M. D.; GOMES, F. P.; LOPES, A. D. O. B. Pesquisa em administração: qualitativa ou quantitativa? **Revista Vianna Sapiens**, v. 3, n. 1, p. 25, 2012.

ARMENAKIS, A. A.; HARRIS, S. G.; MOSSHOLDER, K. W. Creating Readiness for Organizational Change. **Human Relations**, v. 46, n. 6, p. 681-703, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/001872679304600601>. Acesso em 16 de março de 2022.

ARMENGAUD, E. SAMS, C.; FALCK, G.; LIST, G.; KREINER, C.; RIEL, A. **Industry 4.0 as Digitalization over the Entire Product Lifecycle: Opportunities in the Automotive Domain**. European Conference on Software Process Improvement. [S.l.]: Springer, Cham. p. 334-351, 2017.

ASSIS, D.; LIMA, D. **Da carpintaria à automação industrial**. Goiânia, Goiás: SENAI-DR Goiás, 204 p, 2012.

AUDENAERT, M.; VANDERSTRAETEN, A.; BUYENS, D. When innovation requirements empower individual innovation: the role of job complexity. **Personnel Review**, v. 46, n. 3, p. 608-623, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/PR-10-2014-0219>. Acesso em 17 de outubro de 2023.

AUSTIN, T.; CHREIM, S.; GRUDNIEWICZ, A. Examining health care providers' and middle-level managers' readiness for change: a qualitative study. **BMC Health Services Research**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12913-020-4897-0>. Acesso em 18 de abril de 2022.

BAKER, S. E.; EDWARDS, R. How many qualitative interviews is enough? **National Centre for Research Methods Review Paper**, p. 1-42, 2012.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, 2008.

BAUER, W.; SCHLUND, S.; VOCKE, C. **Working Life Within a Hybrid World – How Digital Transformation and Agile Structures Affect Human Functions and Increase Quality of Work and Business Performance**. In: Kantola, J., Barath, T., Nazir, S. (eds) *Advances in Human Factors, Business Management and Leadership*. AHFE 2017. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 594. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60372-8_1. Acesso em 20 de julho de 2022.

BEIER, G. ULLRICH, A.; NIEHOFF, S.; REßIG, M.; HABICH, M. Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 259, p. 120856, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120856>. Acesso em 22 de agosto de 2023.

BENEŠOVÁ, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 2195-2202, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>. Acesso em 11 de fevereiro de 2023.

BENIAS, N.; MARKOPOULOS, A. P. **A review on the readiness level and cyber-security challenges in Industry 4.0**. 2017 South Eastern European Design

Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference. Kastoria, Greece. p. 1-5, 2017.

BESSEN, J. Employers Aren't Just Whining – the “Skills Gap” Is Real. **Harvard Business Review**, 2014.

BIDO, D. D. S.; SILVA, D. D. SmartPLS 3: especificação, estimação, avaliação e relato. **Administração: Ensino E Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 488-536, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.13058/raep.2019.v20n2.1545>. Acesso em 07 de agosto de 2023.

BISCHOFF, T. M. A. **Proposta de um modelo de prontidão de PMES para a indústria 4.0**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2022.

BLAYONE, T. J. B.; VANOOSTVEEN, R. Prepared for work in Industry 4.0? Modelling the target activity system and five dimensions of worker readiness. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 34, n. 1, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez42.periodicos.capes.gov.br/10.1080/0951192X.2020.1836677>. Acesso em 14 de outubro de 2023.

BLUMBERG, V. S. L.; KAUFFELD, S. Competencies and ways of developing competencies in Industry 4.0. **Group. Interaction. Organization. Journal of Applied Organizational Psychology**, v. 52, p. 203-225, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11612-021-00579-5>. Acesso em 21 de maio de 2023.

BMWK. Applying Industrie 4.0: Forward Thinking. Practical. Connected. Progress Report, 2018. **Platform Industrie 4.0**, 2018. Disponível em: www.plattform-i40.de. Acesso em 28 de setembro de 2023.

BOGOVIZ, A. Industry 4.0: industrial revolution of the 21st Century. In: POPKOVA, E.; RAGULINA, Y. **Industry 4.0 as a new vector of growth and development of knowledge economy**. [S.l.]: Springer, Cham, v. 169, p. 85-91, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_8. Acesso em 02 de novembro de 2022.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. **Em Tese**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.

BRETTEL, M. FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International journal of mechanical, aerospace, industrial and mechatronics engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

BRUNO, F. D. S. **Quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. 1. ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016. ISBN 978-85-68552-31-5.

BUBOU, G. M.; JOB, G. C. Individual innovativeness, self-efficacy and e-learning readiness of students of Yenagoa study centre, National Open University of Nigeria. **Journal of Research in Innovative Teaching & Learning**, v. 15, n. 1, p. 2-22,

2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JRIT-12-2019-0079>. Acesso em 18 de novembro de 2023.

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

CELIK, K. The Relationship between Individual Innovativeness and Self-efficacy Levels of Student Teachers. **International Journal of Scientific Research in Education**, v. 6, n. 1, p. 56-67, 2013.

CEREZO-NARVÁEZ, A.; OTERO-MATEO, M.; PASTOR-FERNANDEZ, A. **Development of professional competences for industry 4.0 project management**. 7th International Conference on Industrial Engineering and Systems Management. Saarbrücken, Germany. p. 487-492, 2017.

CHEN, M.; MAO, S.; LIU, Y. Big Data: A Survey. **Mobile Netw Appl**, v. 19, p. 171-209, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11036-013-0489-0>. Acesso em 01 de novembro de 2023.

CHIAVENATO, I. **Administração de recursos humanos**: fundamentos básicos. 8. ed. São Paulo: Manole, 304 p., 2016. ISBN 978-85-204-4552-5.

COELHO, P. M. N. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2016.

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

COSTA, F. M. P. D. **Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade do Minho. Braga, Portugal. 2018.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. ISBN 9788565848886.

CRUZ, M. A. W. **O futuro do trabalho e as transformações na qualificação do trabalhador na Indústria 4.0 nos países da OECD**. 2022. Dissertação (Mestrado em Economia Política) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2022.

CULOT, G. NASSIMBENI, G.; ORZES, G.; SARTOR, M. Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. **International Journal of Production Economics**, v. 226, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>. Acesso em 22 de junho de 2023.

DAMERJI, H.; SALIMI, A. Mediating effect of use perceptions on technology readiness and adoption of artificial intelligence in accounting. **Accounting Education**, v. 30, n. 2, p. 107-130, 2021. Disponível em: <https://doi-org.ez42.periodicos.capes.gov.br/10.1080/09639284.2021.1872035>. Acesso em 18 de abril de 2023.

DATHEIN, R. Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX. **DECON/UFRGS**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, v. 2, 2003.

DE MASI, D. **A Sociedade Pós-Industrial**. 3. ed. [S.l.]: Senac SP, p. 11-97, 1999. ISBN 8573590955.

DENG, Y. Influence of Social Media on Enterprise Knowledge Sharing Based on Social Network Analysis. **Entrepreneurship Research Journal**, v. 11, n. 2, p. 99-118, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/erj-2020-0245>. Acesso em 28 de agosto de 2023.

DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T. **Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution**. Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. p. 100-105, 2014.

DÓRY, T.; WALDBUESSER, P. **Connected cognitive entity management: New challenges for executive decision-making**. 6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications. p. 235-240, 2015.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? Industry Forum. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

DUTRA, J. S. Gestão por competências: um modelo avançado para o gerenciamento de pessoas. **São Paulo: Gente**, ed. 11, p. 130, 2001.

EDWARDS, P.; RAMIREZ, P. When should workers embrace or resist new technology? **New Technology, Work and Employment**, v. 31, n. 2, p. 99-113, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ntwe.12067>. Acesso em 10 de junho de 2022.

EROL, S.; JÄGER, A.; HOLD, P.; OTT, K.; SIHN, W. Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 13-18, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>. Acesso em 11 de maio de 2023.

FAUL, F. ERDFELDER, E.; BCHNER, A.; LANG, A. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior Research Methods**, v. 41, p. 1149-1160, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>. Acesso em 21 de outubro de 2022.

FERREIRA, A. D. J.; PONTES, J. **Os desafios da gestão do capital humano na indústria 4.0: uma análise bibliográfica sobre o tema**. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019.

FIDELIS, C. G.; REIS, M. T. A desconsideração da personalidade jurídica à luz do novo código de processo civil. **Direito, Cultura e Cidadania**, v. 1, n. 6, p. 1-26, 2017.

FILIPOWICZ, G. Competence management from a corporate and personal perspective. **Wolters Kluwer**, Warsaw, Poland, p. 100-101, 2016.

FITSILIS, P.; TSOUTSA, P.; GEROGIANNIS, V. C. **Industry 4.0: Required personnel competences**. International Scientific Conference Industry 4.0. p. 130-133, 2018.

FORD, M. Industry 4.0: Who benefits? **Surface Mount Technology Magazine**, v. 30, n. 7, p. 52-55, 2015.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 1, p. 39-50, 1981. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3151312>. Acesso em 12 de dezembro de 2022.

FRAZÃO, J. P. **Evolução da força de trabalho do setor dos recursos minerais no início da era digital**. 2018. Tese (Doutorado em Gestão Especialização em Estratégia e Empreendedorismo) - Instituto Universitário de Lisboa]. Lisboa, Portugal, 2018.

GALE, A.; BROWN, M. Project management professional development: An industry led programme. **Journal of Management Development**, v. 22, n. 5, p. 410-425, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/02621710310474769>. Acesso em 26 de setembro de 2022.

GALVAO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v8i2p4-24>. Acesso em 15 de janeiro de 2023.

GARCÍA, J. I.; CANO, R. E.; CONTRERAS, J. D. Digital retrofit: A first step toward the adoption of Industry 4.0 to the manufacturing systems of small and medium-sized enterprises. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, v. 234, n. 8, p. 1156-1169, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0954405420904852>. Acesso em 23 de outubro de 2022.

GEHRKE, L.; KÜHN, A. T.; RULE, D.; MOORE, P. **A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective**. Düsseldorf, Germany: VDI, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 248 p., 2019. ISBN 978-8597020571.

GRANELA, L. R. L. **Análise da atuação do SENAI-SC como agência intermediadora de inovação aberta**. 2021. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2021.

GRZYBOWSKA, K.; ANNA, Ł. **Key competencies for Industry 4.0**. International Conference on Economics and Management Innovations. p. 250-253, 2017.

GUEDES, C.; ROSÁRIO, J. L. Informação e Conhecimento: os impactos na reorganização do mercado e do trabalho. **Desenvolvimento em Questão**, v. 3, n. 5, p. 9-34, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2005.5.9-34>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

GÜNGÖR, N. B.; KURTIPEK, S. Examining the effect of individual innovation level of students of sports sciences faculty on digital literacy with structural equation model. **Journal of Human Sciences**, v. 17, n. 2, p. 756-767, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14687/jhs.v17i2.6021>. Acesso em 15 de outubro de 2023.

HAIR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. ISBN 9788536304496.

HAIR, J. F.; BABIN, B. J.; BLACK, W. C.; ANDERSON, R. E. **Multivariate data analysis**. 8. ed. Andover: Cengage, 813 p., 2019. ISBN 9781473756540.

HAIR, J. F.; HULT, G. T. M.; RINGLES, C. M.; SARSTEDDT, M. **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)**. 3. ed. [S.l.]: Sage Publication, 2022. ISBN 978-1-5443-9640-8.

HALLIKAINEN, H.; ALAMÄKI, A.; LAUKKANEN, T. Lead users of business mobile services. **International Journal of Information Management**, v. 47, p. 283-292, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.018>. Acesso em 03 de fevereiro de 2023.

HAYES, N.; STRATTON, P. **A Student's Dictionary of Psychology**. 5. ed. [S.l.]: Routledge, 2012. ISBN 978-1444176728.

HEERDT, M. L.; LEONEL, V. **Metodologia Científica e da Pesquisa**. Palhoça, Santa Catarina: Unisul Virtual, 2007. ISBN 978-85-7817-029-5.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review**. 49th Hawaii International Conference on System Sciences. Koloa, Hawaii. p. 3928-3937, 2016.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: Educação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

JIANGA, S.; WANG, J.; ZHANG, R.; LIU, O. Innovation climate for individual motivation and innovation performance: Is innovative behavior a missing link? **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 8, n. 4, p. 100440, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100440>. Acesso em 01 de novembro de 2023.

JONG, J. P. J. D.; HARTOG, D. N. D. Measuring Innovative Work Behavior. **Creativity and Innovation Management**, v. 19, n. 1, 2010.

JUWITA, I.; KAMIL, I.; JONRINALDI, J.; YULIANDRA, B. Mastery of Skills 4.0 Effect on The Readiness of College Students in Facing Revolution of Industry 4.0. **Jurnal Optimasi Sistem Industri**, Padang, ID, v. 19, n. 1, p. 1-11, 2020.

KAGERMANN, H.; HELBIG, J.; WAHLSTER, W. **Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry**. Frankfurt, Germany: Forschungsunion, 112 p., 2013.

KAMIL, I.; YULIANDRA, B. **Study of Individual Innovation Behaviour Effect on Student's Technopreneurship Capabilities**. Annual National Science and Technology Development and Innovation Forum VII. Indonesia. 2017.

KIPPER, L. M.; IEPSSEN, S.; FORNO, A. J. D.; FROZZA, R.; FURSTENAU, L.; AGNES, J.; COSSUL, D. Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. **Technology in Society**, v. 64, p. 101454, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101454>. Acesso em 02 de dezembro de 2023.

KOCSI, B.; MATONYA, M. M.; PUSZTAI, L. P.; BUDAI, I. Real-Time Decision-Support System for High-Mix Low-Volume Production Scheduling in Industry 4.0. **Processes**, v. 8, n. 8, p. 912, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pr8080912>. Acesso em 17 de outubro de 2023.

KUSIAK, A. Smart manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1-2, p. 508-517, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>. Acesso em 25 de março de 2023.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>. Acesso em 14 de junho de 2023.

LASSANCE, M. C.; SPARTA, M. A orientação profissional e as transformações no mundo do trabalho. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, São Paulo, v. 4, n. 1-2, p. 13-19, 2003.

LAVRADO, F. P. **Antecedentes da prontidão organizacional para transformação digital: a visão dos executivos de organizações do setor financeiro brasileiro**. 2021. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia e Finanças, lbmec, Rio de Janeiro, 2021.

LEAL, G. D. S. S.; GUÉDRIA, W.; PANETTO, H. Interoperability assessment: A systematic literature review. **Computers in Industry**, v. 106, p. 111-132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.002>. Acesso em 18 de março de 2023.

LEE, J.; KAO, H.-A.; YANG, S. **Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment**. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems. p. 3-8, 2014.

LEE, M.-X.; LEE, Y.-C.; CHOU, C. J. Essential Implications of the Digital Transformation in Industry 4.0. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 76, p. 465-467, 2017.

LEZZI, M.; LAZOI, M.; CORALLO, A. Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: a reference framework. **Computers in Industry**, v. 103, p. 97-110, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.09.004>. Acesso em 10 de abril de 2022.

LI, L. Reskilling and Upskilling the Future-ready Workforce for Industry 4.0 and Beyond. **Information Systems Frontiers**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y>. Acesso em 14 de abril de 2023.

LICHTBLAU, K.; STICH, V.; ROMAN, B.; BLUM, M.; BLEIDER, M. **Industry 4.0 Readiness**. Frankfurt, Germany: Impuls Foundation, 77 p., 2015.

LOKUGE, S.; SEDERA, D.; GROVER, V.; XU, D. Organizational readiness for digital innovation: Development and empirical calibration of a construct. **Information & Management**, v. 56, n. 3, p. 445-461, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.im.2018.09.001>. Acesso em 19 de fevereiro de 2024.

LONGO, F.; NICOLETTI, L.; PADOVANO, A. Modeling workers' behavior: A human factors taxonomy and a fuzzy analysis in the case of industrial accidents. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 69, p. 29-47, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.09.002>. Acesso em 24 de março de 2023.

LUO, S.; WANG, J.; TONG, D.Y.K. Does Power Distance Necessarily Hinder Individual Innovation? A Moderated-Mediation Model. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 6, p. 2526, 2020.

MACHADO, C. G.; WINROTH, M.; CARLSSON, D.; ALMSTRÖM, P.; CENTERHOLT, V.; HALLIN, M. **Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization**. 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems. Ljubljana, Slovenia: [s.n.], p. 1113-1118, 2019.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing - Uma Orientação Aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARTINS, A.; COSTELHA, H.; NEVES, C. **Shop Floor Virtualization and Industry 4.0**. IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions. Porto, Portugal. p. 1-6, 2019.

MARTINS, G. D. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007.

MAZALI, T. From industry 4.0 to society 4.0, there and back. **AI & SOCIETY**, v. 33, p. 405-411, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0792-6>. Acesso em 23 de março de 2023.

MAZZON, J. A. **Análise do programa de alimentação do trabalhador sob o conceito de marketing social**. 1981. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade de São Paulo, SP. 1981.

MCGREGOR, J.; TWEED, D.; PECH, R. Human capital in the new economy: devil's bargain? **Journal of Intellectual Capital**, v. 5, n. 1, p. 153-164, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/14691930410512978>. Acesso em 03 de agosto de 2023.

MEISSNER, H.; ILSSEN, R.; AURICH, J. C. **Analysis of Control Architectures in the Context of Industry 4.0**. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering. p. 165-169, 2017.

MENENDEZ, M. H. D.; MENENDEZ, R. M.; ESCOBAR, C. A.; MCGOVERN, M. Competencies for Industry 4.0. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 14, p. 1511-1524, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00716-2>. Acesso em 11 de março de 2022.

MINAYO, M. C. D. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. 3, p. 217-248, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002>. Acesso em 23 de fevereiro de 2024.

MOGHADDAM, M.; NOF, S. Y. Collaborative service-component integration in cloud manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1-2, p. 677-691, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1374574>. Acesso em 18 de setembro de 2023.

MOREIRA, E. O novo profissional de TI: habilidades além da tecnologia. **Transformação Digital**, 2019. Disponível em: <https://transformacaodigital.com/o-novo-profissional-de-ti/>. Acesso em 06 de junho de 2022.

MOURTZIS, D.; FOTIA, S.; BOLI, N. **Metrics definition for the product-service system complexity within mass customization and industry 4.0 environment**. International Conference on Engineering, Technology and Innovation. Madeira, Portugal. p. 1166-1172, 2017.

MÜLLER, J. M. **Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective**. 9th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control. Berlin, Germany. p. 2189-2194, 2019.

MÜLLER, J. M.; KIEL, D.; VOIGT, K.-I. What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 247, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10010247>. Acesso em 17 de agosto de 2022.

MÜLLER-FROMMEYER, L. C.; AYMANS, S. C.; BARGMANN, C.; KAUFFELD, S.; HERRMANN, C. **Introducing Competency Models as a Tool for Holistic Competency Development in Learning Factories: Challenges, Example and Future Application**. 7th Conference on Learning Factories. p. 307-314, 2017.

MUSSNER, T.; STROBL, A.; VEIDER, V.; MATZLER, K. The effect of work ethic on employees' individual innovation behavior. **Creativity and Innovation Management**,

v. 26, n. 4, p. 391-406, 2017. Disponível em: <https://doi-org.ez42.periodicos.capes.gov.br/10.1111/caim.12243>. Acesso em 28 de julho de 2023.

NILSSON, J.; SANDIN, F. **Semantic Interoperability in Industry 4.0: Survey of Recent Developments and Outlook**. IEEE 16th International Conference on Industrial Informatics. Porto, Portugal. p. 127-132, 2018.

NOFRITA, R.; KAMIL, I.; JONRINALDI, J.; YULIANDRA, B.; HALIM, I. The Effect of Digital Talent on Individual Innovation Behavior, Skills of Revolution Industry 4.0 as Mediator Variables. **Jurnal Optimasi Sistem Industri**, v. 19, n. 2, p. 133, 2020.

NOWOTARSKI, P.; PASLAWSKI, J. **Industry 4.0: concept, introduction into construction SMEs**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. [S.l.]: [s.n.]. 2017.

NSIAH, K. A.; SCHAPPACHER, M.; RATHFELDER, C.; SIKORA, A.; GROZA, V. **An open-source toolkit for retrofit industry 4.0 sensing and monitoring applications**. IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference. Houston, TX, USA. p. 1-6, 2018.

OECD. **Skills Strategy 2019: Skills to Shape a Better Future**. OECD Publishing, 222 p., 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264313835-en>. Acesso em 18 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, T.; SIMÕES, W. L. **A Indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia**. Simpósio de Engenharia de Produção. Catalão, Goiás: Universidade Federal de Goiás. p. 6, 2017.

ONET. OnetCenter. **O*Net Resource Center**. Disponível em: <https://www.onetcenter.org/>. Acesso em 19 de maio de 2023.

OSSEGE, A.; GARRAFA, V. Bioética e mapeamento genético na seleção de trabalhadores. **Saúde em debate**, v. 39, n. 104, p. 226-238, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-110420131040415>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

PENHAKI, J. R. **Soft Skills na Indústria 4.0**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Sociedade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2019.

PETERS, K.; HALCOMB, E. Interviews in qualitative research. **Nurse Researcher**, v. 22, n. 4, p. 6-7, 2015.

PITSJC. PITSJC. **Parque de Inovação Tecnológica São José dos Campos**. Disponível em: <https://pitsjc.org.br/noticias/gerais/empresas-associadas-ao-pqtec-visitam-a-planta-de-industria-4-0-do-senai-de-sao-caetano-do-sul-sp/>. Acesso em 28 de setembro de 2022.

POONPAKDEE, P.; KOIWANIT, J.; YUANGYAI, C. **Decentralized Network Building Change in Large Manufacturing Companies towards Industry 4.0**. 14th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing. p. 46-53, 2017.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Portal da Industria. **SENAI**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/senai/institucional/estrutura-institucional/>. Acesso em 16 de maio de 2022.

PORTO, J. B.; PALACIOS, K. P.; NEIVA, E. R. Ajustes e mudanças organizacionais em tempos de pandemia da COVID-19. In: QUEIROGA, F. **O trabalho e as medidas de contenção da COVID-19: Contribuições da Psicologia Organizacional e do Trabalho no contexto da pandemia**. Porto Alegre: Artmed, 2020. p. 59-75. ISBN 978-65-81335-31-1.

POSADA, J.; TORO, C.; BARANDIARAN, I.; OUARZUN, D.; STRICKER, K.; AMICIS, R.; PINTO, E. B.; EISERT, P.; DÖLLNER, J.; VALLARINO, I. Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 35, n. 2, p. 26-40, 2015.

PRIFTI, L.; KNIGGE, M.; KRUMAR, H.; KIENEGGER, H. **A Competency Model for "Industrie 4.0" Employees**. Wirtschaftsinformatik. Gallen, Switzerland: [s.n.]. 2017.

PRINZ, C.; MORLOCK, F.; FREITH, S.; KREGGENFELD, N.; KREIMEIER, K.; KUHLENKÖTTE, B. Learning Factory Modules for Smart Factories in Industrie 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 113-118, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.105>. Acesso em 29 de outubro de 2022.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul: Feevale, 2013. ISBN 978-85-7717-158-3.

QUINTANEIRO, T.; BARBOSA, M. L. D. O.; OLIVEIRA, M. G. M. **Um toque de clássicos: Marx, Durkheim e Weber**. 2. ed. Belo Horizonte, Minas Gerais: UFMG, 2002. ISBN 9788570413178.

RAJNAI, Z.; KOCSIS, I. **Assessing industry 4.0 readiness of enterprises**. 16th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics. Kosice and Herlany, Slovakia. p. 225-230, 2018.

RAMOS, M. P. Métodos quantitativos e pesquisa em ciências sociais: lógica e utilidade do uso da quantificação nas explicações dos fenômenos sociais. **Mediações - Revista de Ciências Sociais**, Londrina. Paraná, v. 18, n. 1, p. 55-65, 2013.

RINGLE, C. M.; SILVA, D. D.; BIDO, D. D. S. Modelagem de Equações Estruturais com Utilização do Smartpls. **ReMark - Revista Brasileira De Marketing**, v. 13, n. 2, p. 56-73, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/remark.v13i2.2717>. Acesso em 03 de novembro de 2023.

RINGLE, C. M.; WENDE, S.; BECKER, J.-M. SmartPLS 4. **SmartPLS**, 2024. Disponível em: <https://www.smartpls.com>. Acesso em 19 de abril de 2024.

ROSSI FILHO, T. A. **Um método para o desenvolvimento de competências para a indústria 4.0 através de tecnologias de realidade virtual**. 2021. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2021.

RYMASZEWSKA, A.; HELO, P.; GUNASEKARAN, A. IoT powered servitization of manufacturing – an exploratory case study. **International Journal of Production Economics**, v. 192, p. 92-105, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.02.016>. Acesso em 12 de outubro de 2022.

SACKEY, S. M.; BESTER, A.; ADAMS, D. Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa. **The South African Journal of Industrial Engineering**, v. 28, p. 114-124, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.7166/28-1-1584>. Acesso em 15 de março de 2022.

SAJOVIC, M. B. E. **Análise de métodos de capacitação profissional por meio de gestão do conhecimento para o contexto da Indústria 4.0**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Carlos, SP. 2020. DOI 10.11606/D.18.2020.tde-16112021-124331.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. ISBN 9788565848282.

SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia**. 5. ed. São Paulo: Best Seller, 650 p., 1999. ISBN 8571236542.

SANTOS, C. M. D. **As vivências dos gestores do SENAI/DR-Goiás em relação ao processo de informatização: um estudo de caso embasado na clínica psicodinâmica do trabalho**. 2016. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, Goiás. 2016.

SATURNO, M.; PERTEL, V. M.; DESCHAMPS, F.; LOURES, E. F. R. Proposal of an automation solutions architecture for industry 4.0. **DEStech Transactions on Engineering and Technology Research**, v. 14, n. 2, p. 185-195, 2018. Disponível em: DOI:10.12783/dtetr/icpr2017/17675. Acesso em 30 de março de 2023.

SAXENA, V. K.; PUSHKAR, S. **Cloud computing challenges and implementations**. Conference: 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques. Chennai. p. 2583-2588, 2016.

SBAGLIA, L.; GIBERTI, H.; SILVESTRI, M. **The Cyber-Physical Systems Within the industry 4.0 Framework**. The International Conference of IFToMM ITALY. Springer, Cham. p. 415-423, 2019.

SCHMIDT, R.; MÖHRING, M.; HÄRTING, R. REICHSTEIN, C.; NEUMAIER, P.; JOZINOVIC, P. Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results. In: ABRAMOWICZ, W. **Business Information Systems**. [S.l.]: Springer, Cham, v. 208, p. 16-27, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-19027-3_2. Acesso em 04 de setembro de 2022.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. **A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises**. The Sixth International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production. p. 161-166, 2016.

SCHWAB, K. **The fourth Industrial Revolution**. Genebra, Suíça: Moeda, 192 p., 2016. ISBN 9781524758868.

SCHWAB, K.; ZAHIDI, S. **The future of jobs report 2020**. [S.l.]: World Economic Forum, 2020.

SCOTT, S. G.; BRUCE, R. A. Determinants of innovative behavior: A path model of individual innovation in the workplace. **Academy of Management Journal**, v. 37, n. 3, p. 580-607, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/256701>. Acesso em 17 de março de 2022.

SENAI. **Relatório de Atividades SESI/SENAI/IEL 2019**. Departamento Nacional. Brasília, p. 82. 2020.

SENAI. SENAI 4.0. **Portal da Indústria**, 2023a. Disponível em: <https://www.senai40.com.br/>. Acesso em 20 de setembro de 2023.

SENAI. **Quadro de soft skills. Guia de uso SENAI**. SENAI. [S.l.]. 2023b.

SENAI. **Relatório de Gestão 2023 Departamento Nacional**. SENAI/DN. Brasília, p. 101. 2024.

SESI. **Skills 4.0: habilidades para a indústria**. Curitiba: SESI. Departamento Regional do Paraná, 2020. ISBN 978-85-5583-040-2.

SETIAJI, K.; WARDANI, N. W.; FARLIANA, N.; FERIADY, M.; PURWANA, D. Contribution of 21st Century Skills to Work Readiness in Industry 4.0. **International Journal of Advanced Science and Technology**, v. 29, n. 5, p. 5947-5955, 2020.

SHIN, Y.; IM, C.; OH, H.; KIM, J. Design for experience innovation: understanding user experience in new product development. **Information Technology**, v. 36, n. 12, p. 1218-1234, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2017.1368709>. Acesso em 11 de novembro de 2023.

SILVA, A. S. B. D. **Proposta de instrumento de aferição da prontidão para a mudança**. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão) - Universidade de Lisboa. Instituto Superior de Economia e Gestão. Lisboa, Portugal. 2019.

SILVA, J. C. D. **Fábrica POLI: concepção de uma fábrica de ensino no contexto da Indústria 4.0**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

SILVA, L. P. D. Formação profissional no Brasil: o papel do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI. **História**, v. 29, n. 1, p. 394-417, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-90742010000100022>. Acesso em 05 de abril de 2023.

SILVA, M. R. S.; OLAVE, M. E. L. Contribuições das Tecnologias Digitais Associadas à Indústria 4.0 para a Formação Profissional. **Revista Gestão E Desenvolvimento**, v. 17, n. 2, p. 82-110, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.25112/rgd.v17i2.2047>. Acesso em 10 de fevereiro de 2022.

SOBEL, M. E. Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models. **Sociological Methodology**, v. 13, p. 290-312, 1982. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/270723>. Acesso em 22 de fevereiro de 2024.

SONY, M.; NAIK, S. Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. **Benchmarking: An International Journal**, v. 27, n. 7, p. 2213-2232, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2018-0284>. Acesso em 13 de janeiro de 2023.

SOPA, A.; ASBARI, M.; PURWANTO, A.; SANTOSO, P. B. Hard Skills versus Soft Skills: Which are More Important for Indonesian Employees Innovation Capability. **International Journal of Control and Automation**, v. 13, n. 2, p. 156-175, 2020.

SOUZA, E. M. D. M. Desafios da indústria 4.0 no contexto brasileiro: uma revisão de literatura. **ÂNDÉ: Ciências e Humanidades**, São Bernardo do Campo, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 44-57, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36942/iande.v5i1.128>. Acesso em 05 de janeiro de 2022.

STACHOVÁ, K.; PAPULA, J.; STACHO, Z.; KOHNOVÁ, L. External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges. **Sustainability**, v. 11, n. 2, p. 345, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11020345>. Acesso em 19 de fevereiro de 2023.

STRAUß, P.; SCHMITZ, M.; WÖSTMANN, R.; DEUSE, J. **Enabling of Predictive Maintenance in the Brownfield through Low-Cost Sensors, an IIoT-Architecture and Machine Learning**. IEEE International Conference on Big Data. Seattle, WA, USA: [s.n.]. p. 1474-1483, 2018.

STROBL, A.; MATZLER, K.; NKETIA, B. A.; VEIDER, V. Individual innovation behavior and firm-level exploration and exploitation: how family firms make the most of their managers. **Review of Managerial Science**, v. 14, p. 809-844, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez42.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11846-018-0309-9>. Acesso em 30 de agosto de 2023.

SUPRASTAYASA, G. N. A.; DANTES, N.; NITIASIH, P. K.; PARWATA, G. L. A. The effect of professional skills and personal qualities towards employability with job-seeking skills as moderating variable. **Conhecimento e Diversidade**, v. 16, n. 42, 2024.

SWEETMAN, D.; BADIEE, M.; CRESWELL, J. W. Use of the transformative framework in mixed methods studies. **Qualitative Inquiry**, v. 16, n. 6, p. 441-454, 2010.

TAN, P.; HAN, W.; LI, P.; XU, H. Teaching Management System with Applications of RFID and IoT Technology. **Education Sciences**, v. 8, n. 1, p. 26, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci8010026>. Acesso em 08 de junho de 2023.

TAO, F.; ZHANG, M. Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing. **IEEE Access**, v. 5, p. 20418-20427, 2017.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n.

2, p. 743-769, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v18i2.2967>. Acesso em 13 de agosto de 2022.

THAMES, L.; SCHAEFER, D. **Cybersecurity for Industry 4.0: Analysis for Design and Manufacturing**. 1. ed. [S.l.]: Springer Cham, 265 p., 2017. ISBN 1860-5168. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-50660-9>. Acesso em 10 de agosto de 2022.

VAIDYA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. **Industry 4.0 - A glimpse**. 2nd International Conference on Materials, Manufacturing and Design Engineering. Aurangabad, India: Elsevier. p. 233-238, 2018.

VILLALBA, F. Z. **Indústria 4.0 no Brasil: qualificações técnicas para a nova revolução industrial**. 2021. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2021.

VRCHOTA, J.; PECH, M. Readiness of Enterprises in Czech Republic to Implement Industry 4.0: Index of Industry 4.0. **Applied Sciences**, v. 24, n. 9, p. 5405, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app9245405>. Acesso em 09 de maio de 2023.

WAHLSTER, W. **From industry 1.0 to industry 4.0: Towards the 4th industrial revolution**. Forum Business meets Research. 2012.

WINDA, R. G.; YULIHASRI; LUKITO, H. The Readiness of Indonesian Workers on Facing The Future World of Work. **Journal of Management**, v. 12, n. 2, p. 2004-2011, 2022.

WORLD BANK GROUP. **World Development Report 2019: The Changing Nature of Work**. Washington, DC.: World Bank Group, 2019. ISSN 0163-5085.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution**. [S.l.]: World Economic Forum, 2016.

WU, C.-H.; PARKER, S. K.; JONG, J. P. J. D. Need for Cognition as an Antecedent of Individual Innovation Behavior. **Journal of Management**, v. 40, n. 6, p. 1511-1534, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0149206311429862>. Acesso em 04 de outubro de 2023.

XU, F.; RUOYU, L.; LEI, P. **An Empirical Study of Customer Individual Innovation Behavior on Service Industry**. International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. Xi'an, China, p. 311-314, 2009.

XU, L. D.; HE, W.; LI, S. Internet of things in industries: a survey. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 10, n. 4, p. 2233-2243, 2014. DOI 10.1109/TII.2014.2300753.

XU, L. D.; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>. Acesso em 09 de novembro de 2023.

XU, Z. Q.; WANG, H.; SUNTRAYUTH, S. Organizational Climate, Innovation Orientation, and Innovative Work Behavior: The Mediating Role of Psychological Safety and Intrinsic Motivation. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, p. 10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2022/9067136>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.

ZAHRA, K. A.; SUDIANA, K. The influence of digital literacy and digital capability on personal innovativeness in final level students. **Jurnal Syntax Admiration**, Jawa Barat, Indonesia, v. 3, n. 8, p. 1053-1061, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.46799/jsa.v3i8.473>. Acesso em 10 de dezembro de 2023.

ZHONG, R. Y.; XU, X.; KLOTZ, E.; NEWMAN, S. T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. **Engineering**, v. 3, n. 5, p. 616-630, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>. Acesso em 25 de junho de 2023.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE PESQUISA – QUESTIONÁRIO

Prezado(a) Docente,

Você está sendo convidado a participar da pesquisa de tese para doutorado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Caetano do Sul, intitulada “A RELAÇÃO DA PRONTIDÃO TECNOLÓGICA E AS COMPETÊNCIAS DO FUTURO PROFISSIONAL NO CENÁRIO DA NOVA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL”. O objetivo geral da pesquisa é avaliar o desenvolvimento e a importância de competências requeridas para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, de modo a verificar como essas competências influenciam na prontidão tecnológica e no comportamento de inovação individual. Seu nome assim como todos os dados que lhe identifiquem serão mantidos em sigilo absoluto, antes, durante e após o término da pesquisa. Havendo a possibilidade de responder a este questionário anonimamente. Esclarecemos e garantimos que a sua identificação será mantida em sigilo e os resultados obtidos por meio da pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos científicos expostos acima, incluída sua publicação na literatura especializada.

Em caso de dúvida ou para entender melhor a pesquisa, você poderá entrar em contato, em qualquer momento que julgar necessário, com a doutoranda lilian.watarai@uscsonline.com.br e/ou orientador milton.farina@online.uscs.edu.br.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE-e)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de tese para doutorado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Caetano do Sul, intitulada “A RELAÇÃO DA PRONTIDÃO TECNOLÓGICA E AS COMPETÊNCIAS DO FUTURO PROFISSIONAL NO CENÁRIO DA NOVA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL”, o objetivo geral da pesquisa é avaliar o desenvolvimento e a importância de competências requeridas para o futuro profissional no cenário da Indústria 4.0, de modo a verificar como essas competências influenciam na prontidão tecnológica e no comportamento de inovação individual. Para a realização da pesquisa usaremos o seguinte método: a coleta de dados será realizada por meio de um questionário composto por 25 (vinte

e cinco) perguntas para os docentes das escolas profissionalizantes do SENAI, os dados coletados serão tratados com os programas Excel, SPSS e SmartPLS.

Os riscos previstos serão mínimos em participar desta pesquisa e podem ser em relação a eventual desconforto ou constrangimento gerados pelas perguntas que serão realizadas. Para diminuir essa possibilidade de risco de desconforto ou constrangimento, orientamos que você responda apenas as questões que se sinta confortável, podendo inclusive, deixar de responder a uma pergunta ou desistir de sua participação, sem qualquer prejuízo ou consequência.

Seu nome assim como todos os dados que lhe identifiquem serão mantidos em sigilo absoluto, antes, durante e após o término da pesquisa. Havendo a possibilidade de responder a este questionário anonimamente. Você não terá despesa e nem compensação financeira relacionada à sua participação na pesquisa.

Os benefícios esperados com o resultado da pesquisa são de ordem acadêmica, visando a contribuição do entendimento da relação da prontidão tecnológica e as competências do futuro profissional no cenário da Indústria 4.0.

Lembramos que é um direito seu desistir da participação na pesquisa em qualquer momento e por qualquer razão, sem qualquer prejuízo. Esclarecemos e garantimos que a sua identificação será mantida em sigilo e os resultados obtidos por meio da pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos científicos expostos acima, incluída sua publicação na literatura especializada.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar da pesquisadora informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

Em caso de dúvida ou para entender melhor a pesquisa, você poderá entrar em contato, em qualquer momento que julgar necessário, com o orientador Milton Carlos Farina, e-mail: milton.farina@online.uscs.edu.br e a doutoranda Lilian Watarai, e-mail: lilian.watarai@uscsonline.com.br.

Ao assinar a opção “aceito participar”, você atesta sua anuência com esta pesquisa, declarando que compreendeu seus objetivos, a forma como ela será realizada e os benefícios envolvidos, conforme descrição aqui efetuada.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu fui informado(a) por escrito sobre os dados dessa pesquisa e minhas dúvidas com relação a minha participação foram satisfatoriamente respondidas. Tive tempo suficiente para decidir sobre minha participação e concordo voluntariamente em participar desta pesquisa. Sei que poderei retirar o meu consentimento a qualquer hora, antes ou durante a mesma, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Li o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e aceito participar

Não aceito participar

PERFIL

Q01. Qual o seu nome?

Q02. Qual o seu gênero?

Feminino

Masculino

Prefiro não responder

Q03. Qual a sua faixa etária?

De 18 a 25 anos

De 26 a 35 anos

De 36 a 45 anos

Mais de 46 anos

Q04. Indique sua formação mais recente.

Ensino Superior - Tecnológico

Ensino Superior - Bacharelado

Ensino Superior - Licenciatura

Pós-Graduação Lato Sensu - Especialização

Pós-Graduação Stricto Sensu - Mestrado

Pós-Graduação Stricto Sensu - Doutorado

Q05. Atualmente, em qual município você atua como docente do SENAI?

Q06. Há quanto tempo você atua como docente? Considere o tempo total em todas as unidades do SENAI.

QUESTÕES

Instruções para o preenchimento

Na sua opinião, com base nas disciplinas ministradas até o momento, indique o grau de desenvolvimento dos futuros profissionais no cenário da Indústria 4.0, para cada um dos indicadores elencados abaixo. Ou seja, você percebe que houve desenvolvimento dos alunos nas competências relacionadas à Indústria 4.0? Para tanto, utilize a escala com notas de 0 a 10, abaixo de cada indicador correspondente. A nota 0 corresponde a “nenhum desenvolvimento” e a nota 10 corresponde a “totalmente desenvolvido”.

CO01 - “CRIATIVIDADE” (Habilidade para apresentar ideias incomuns ou diferentes sobre um determinado tópico ou situação, ou de desenvolver maneiras criativas de resolver um problema).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII01 - “EXPLORANDO NOVAS OPORTUNIDADES” (Busca por novas formas de fazer determinadas coisas ou novos nichos a serem explorados).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR01 - “COLABORAÇÃO” (Participar de um trabalho em comum realizado por diversas pessoas).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO02 - “PENSAMENTO ANALÍTICO/CRÍTICO” (Capacidade para usar lógica e raciocínio para identificar os pontos fortes e fracos de soluções alternativas, conclusões ou abordagens de problemas).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII02 - “NOVA GERAÇÃO DE IDEIAS” (Criar novas ideias, bem como gerenciá-las e avaliá-las).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR02 - “COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO” (Troca de informações ou entendimento entre pessoas).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO03 - “RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS” (Capacidade de identificação de problemas complexos e revisão de informações relacionadas para desenvolver e avaliar opções e implementar soluções).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII03 - “CAPACIDADE DE ADOTAR UM NOVO PRODUTO/SERVIÇO” (Aceitação em utilizar novos produtos ou serviços).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR03 - “OPERAÇÃO BASEADA EM DADOS” (As operações digitais e orientadas a dados se concentram no uso de dados. As pessoas produzem informações com os dados e a automação permite interações, decisões e serviços rápidos, geralmente em tempo real).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO04 - “JULGAMENTO E TOMADA DE DECISÃO” (Capacidade para considerar adequadamente os custos e benefícios relativos de possíveis ações para escolher a mais importante).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII04 - “DEFENDENDO UMA NOVA IDEIA” (Ter e sustentar uma nova ideia).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR04 - “E-LEARNING” (Eletronic Learning que, em português, se refere a aprendizado eletrônico. Processo de aprendizado à distância fundamentado no uso dos recursos tecnológicos e na conexão com a internet).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO05 - “HABILIDADES DE MANUTENÇÃO E REPARO” (Capacidade de execução de manutenção de rotina e determinação de quando e que tipo de manutenção é necessária. Capacidade para reparar máquinas ou sistemas usando as ferramentas necessárias).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII05 - “IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS IDEIAS” (Colocar em prática novas ideias).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR05 - “ABERTURA PARA NOVAS TECNOLOGIAS” (Aceitação dos profissionais a novas tecnologias).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO06 - “CONTROLE DA QUALIDADE” (Capacidade de realização de testes e inspeções de produtos, serviços ou processos para avaliar a qualidade ou o desempenho).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII06 - “CAPACIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS” (Habilidade de encontrar soluções para os problemas de forma eficiente e eficaz).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR06 - “VALOR DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - TIC” (A TIC contribui para o progresso tecnológico, produção e crescimento da produtividade. As TIC tornam os negócios mais eficientes, eficazes e respondem prontamente às necessidades das empresas).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO07 - “TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0” (Conhecimentos sobre Big Data, Inteligência Artificial, Robótica, Internet das Coisas, Computação em Nuvem etc.).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CII07 - “CONSTRUÇÃO DE REDE” (Manter um conjunto de contatos que podem se beneficiar mutuamente).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR07 - “COMPETÊNCIA EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO” (Habilidades e conhecimentos que auxiliam os profissionais a entender e operar uma ampla gama de softwares de tecnologia).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO08 - “ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE” (Ter abertura a mudanças, positivas ou negativas, e a variedades no local de trabalho. Capacidade de adaptação rápida a mudanças no cenário ou tipo de produto a produzir).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

PR08 - “NOVA HABILIDADE EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO” (Os profissionais devem se adaptar e aprender novas habilidades de TIC. As áreas de requisitos de habilidades serão infraestrutura de TI, tecnologia de automação, análise de dados, segurança de dados/segurança de comunicações, desenvolvimento ou aplicação de sistemas de assistência, software de colaboração, habilidades não técnicas, como pensamento sistêmico ou compreensão de processos).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO09 - “INOVAÇÃO” (Capacidade de desenvolvimento de novas ideias e respostas a problemas relacionados ao trabalho. A inovação tem a ver com a produção ou adoção de ideias e sua implementação).

Nenhum desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente desenvolvido

CO10 - “ANÁLISE/VISÃO SISTÊMICA” (Capacidade para determinar como um sistema deveria funcionar e como as mudanças em condições, operações e o ambiente afetam os resultados).

Nenhum
desenvolvimento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Totalmente
desenvolvido

APÊNDICE B – INSTRUMENTO DA PESQUISA – ROTEIRO DA ENTREVISTA

1 - Qual seu nome?

2 - Qual seu cargo?

3 - Há quanto tempo está no SENAI?

Explicar a pesquisa

4 - Mostrar os dados de caracterização do perfil dos respondentes e solicitar comentários.

- a grande maioria dos respondentes é do gênero masculino (84,8%)
- com idade igual ou superior a 46 anos (44,7%)
- com formação em pós-graduação no nível de especialização (49,4%)
- desenvolvendo atividades de docência no SENAI na cidade de São Paulo (12,8%)
- há 2 anos (14,8%) atuando no SENAI como docente
- a maioria dos respondentes tanto do gênero feminino (53%) quanto do masculino (49%) são pós-graduados em nível de especialização
- os respondentes do gênero feminino (16,1%) possuem formação mais elevada no stricto sensu do que os respondentes do gênero masculino (7,5%)
- em todas as formações a maioria dos respondentes possuem um tempo de atuação no SENAI de 1 até 10 anos
- o respondente que apresenta o maior tempo de atuação no SENAI (43 anos) possui formação em ensino superior em nível de licenciatura
- o tempo médio de atuação dos docentes do SENAI que responderam ao questionário vai de 2 anos a 15 anos

Apresentar os indicadores

Variável	Rótulo	Indicador
Competências 4.0	CO1	Criatividade
	CO2	Pensamento Analítico/Crítico
	CO3	Resolução de Problemas Complexos
	CO4	Julgamento e Tomada de Decisão
	CO5	Habilidades de Manutenção e Reparo
	CO6	Controle da Qualidade

	CO7	Conhecimento das Tecnologias da Indústria 4.0
	CO8	Adaptabilidade e Flexibilidade
	CO9	Inovação
	CO10	Análise/Visão Sistêmica
Comportamento de Inovação Individual	CII1	Capacidade de explorar novas oportunidades
	CII2	Nova geração de ideias
	CII3	Capacidade de adotar um novo produto/serviço
	CII4	Defesa de uma nova ideia
	CII5	Implementação de novas ideias
	CII6	Capacidade de resolução de problemas
	CII7	Capacidade de construção de rede
Prontidão Tecnológica Individual	PR1	Colaboração
	PR2	Compartilhamento de conhecimento
	PR3	Operação baseada em dados
	PR4	<i>E-learning</i>
	PR5	Abertura para novas tecnologias
	PR6	Valor das TIC
	PR7	Aplicação das TIC
	PR8	Nova habilidade em TIC

5 - Apresentar o resultado do questionário referente os indicadores e solicitar comentários

mais desenvolvido e mais notas 10	Abertura para Novas Tecnologias (PR05)
menos desenvolvido	Tecnologias para a Indústria 4.0 (CO07)
mais zeros	Construção de Redes (CII07)
nota mais baixa diferente de zero, nota 2	Criatividade (CO01)

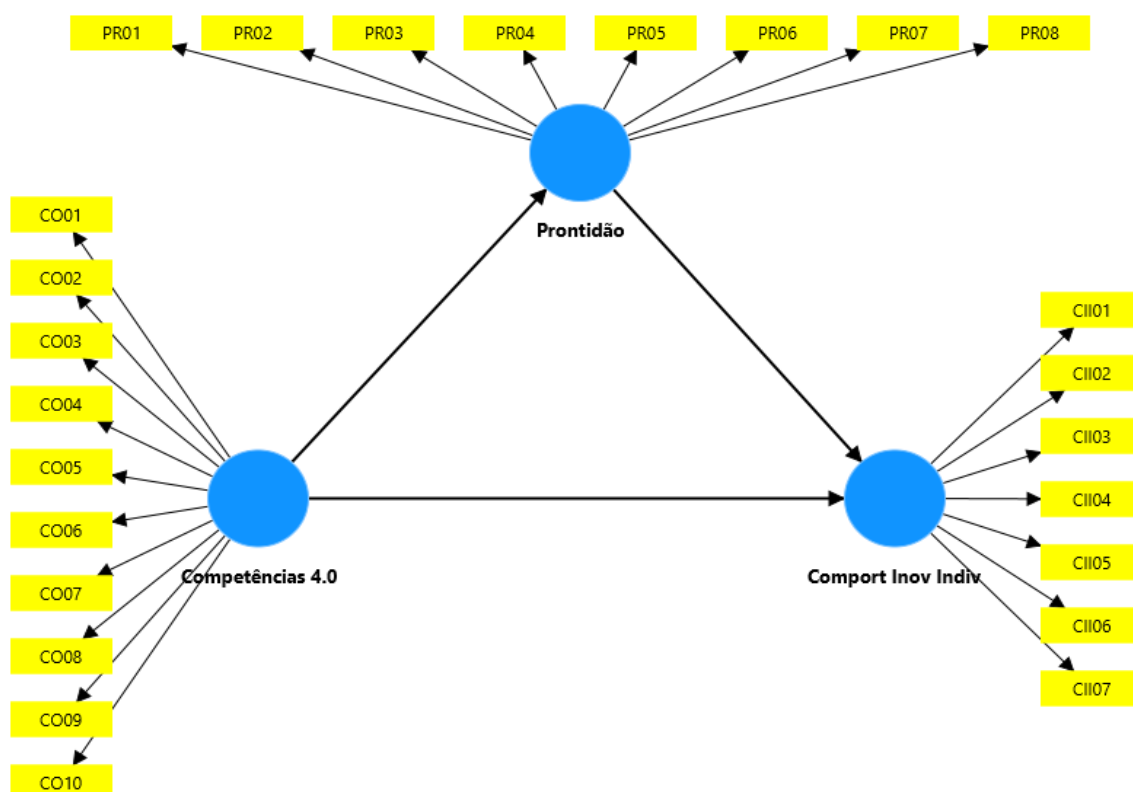
6 - Na sua opinião, com base nas médias de notas dos indicadores, quais os indicadores que são mais e menos desenvolvidos pelos futuros profissionais? Você concorda com o resultado das médias de notas dos indicadores?

Indicador	Média
Abertura para Novas Tecnologias	8,29
Compartilhamento de Conhecimento	8,07
Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço	8,04
Colaboração	7,95
Valor da TIC	7,67
Adaptabilidade e Flexibilidade	7,60

Controle de Qualidade	7,59
Implementação de Novas Ideias	7,55
E-Learning	7,54
Explorando Novas Oportunidades	7,52
Capacidade de Resolução de Problemas	7,52
Pensamento Analítico/Crítico	7,52
Inovação	7,46
Habilidades de Manutenção e Reparo	7,45
Defesa de uma Nova Ideia	7,44
Criatividade	7,36
Nova Geração de Ideias	7,36
Análise/Visão Sistêmica	7,34
Julgamento e Tomada de Decisão	7,31
Novas Habilidades em TICs	7,28
Resolução de Problemas Complexos	7,25
Operação Baseada em Dados	7,22
Aplicação das TICs	7,20
Construção de Rede	7,17
Tecnologias da Indústria 4.0	6,94

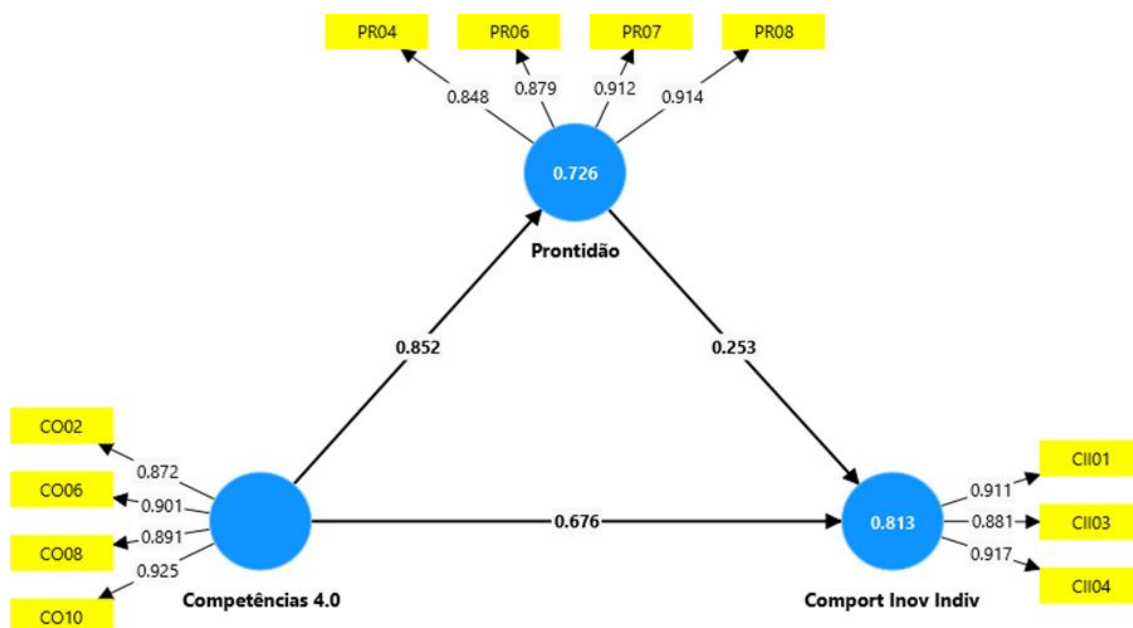
7 - Você percebe a apropriação dos indicadores por parte dos alunos?

Apresentar o modelo



8 - Apresentar os indicadores mais significativos do modelo e solicitar comentários

Competências 4.0	Pensamento Analítico/Crítico (CO02)	Controle de Qualidade (CO06)	Adaptabilidade e Flexibilidade (CO08)	Análise/Visão Sistêmica (CO10)
Prontidão Tecnológica Individual	E-Learning (PR04)	Valor da Tecnologia da Informação e Comunicação (PR06)	Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (PR07)	Novas Habilidades em Tecnologia da Comunicação e Informação (PR08)
Comportamento de Inovação Individual	Explorando Novas Oportunidades (CII01)	Capacidade de Adotar um Novo Produto/Serviço (CII03)	Defesa de uma Nova Ideia (CII04)	



9 - Na sua opinião, como devem ser os cursos para preparar os profissionais das empresas para o processo de implantação da Indústria 4.0?

10 - Na sua opinião, o que falta para tornar os profissionais mais desenvolvidos em relação ao processo de implantação da Indústria 4.0?

11 - Gostaria de acrescentar mais alguma coisa em relação a esta pesquisa?