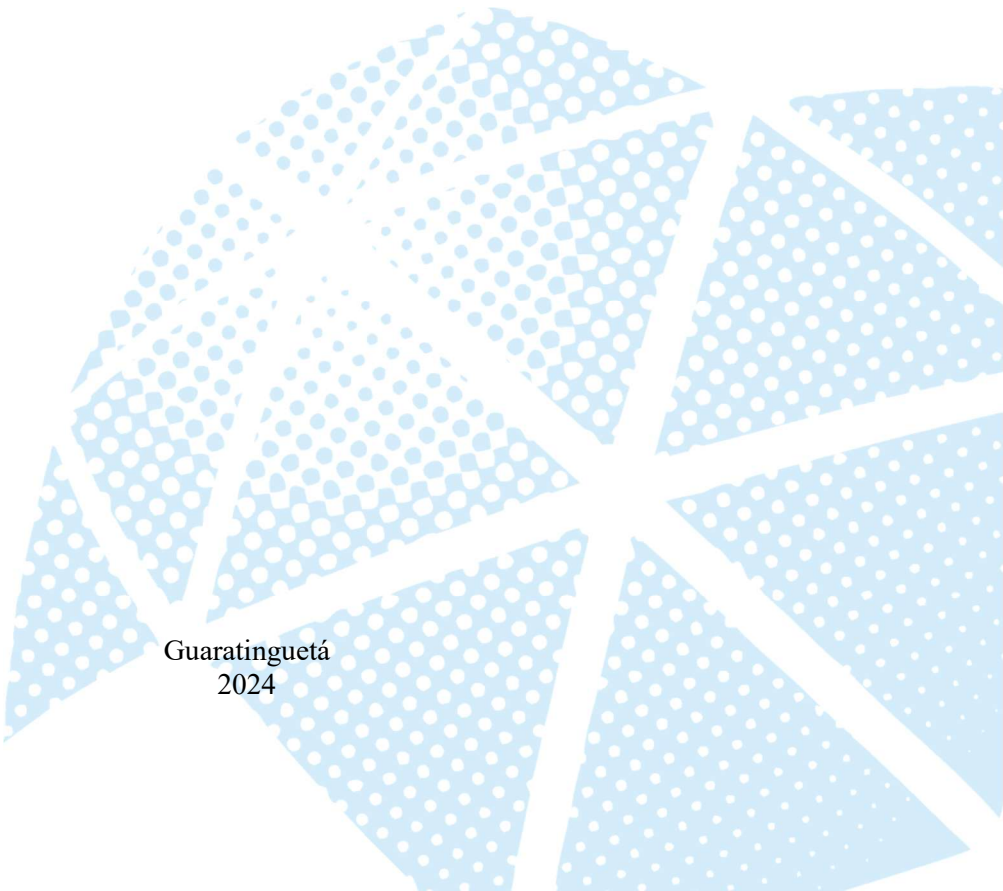


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
“Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Guaratinguetá

PATRÍCIA DIAS SILVA ALMEIDA

Competências e indústria 4.0: um estudo sobre o setor aeronáutico brasileiro.

Guaratinguetá
2024



PATRÍCIA DIAS SILVA ALMEIDA

Competências e indústria 4.0: um estudo sobre o setor aeronáutico brasileiro.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), “Júlio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá, para obtenção do título de Mestre em Engenharia da Produção.

Área de Concentração: Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ramalho Martins

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Muniz Jr.

Guaratinguetá
2024

A447c	Almeida, Patricia Dias Silva Competências e indústria 4.0: um estudo sobre o setor aeronáutico brasileiro / Patricia Dias Silva Almeida - Guaratinguetá, 2024. 89 f : il. Bibliografia: f. 76-81 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2024. Orientador: Prof. Dr. Fernando Ramalho Martins Coorientador: Prof. Dr. Jorge Muniz Junior 1. Administração de pessoal. 2. Indústrias. 3. Gestão do conhecimento. I. Título.
	CDU 658.3(043)

Luciana Máximo
Bibliotecária/CRB-8 3595

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O impacto esperado desta pesquisa sobre os efeitos da Indústria 4.0 no setor aeronáutico brasileiro é significativo e multifacetado. Cientificamente, a pesquisa contribui para o entendimento das tecnologias emergentes e seu impacto na gestão de pessoas e competências. Tecnicamente, aborda a adaptação e o nível de maturidade do setor aeronáutico frente à Indústria 4.0. Socialmente, o estudo promove a qualificação e o desenvolvimento das competências dos trabalhadores, com foco na adaptação às novas demandas tecnológicas. Inovadoramente, o trabalho propõe novas estratégias para a capacitação e qualificação da mão-de-obra.

Economicamente, a pesquisa destaca o impacto positivo na geração de empregos e a contribuição do setor aeronáutico para a balança comercial do país. Em 2023, o setor registrou exportações de 78,9 milhões de dólares e importações de 23,2 milhões de dólares, gerando um superávit de 55,7 milhões de dólares, o que representa uma contribuição substancial para a economia brasileira. Além disso, o segmento aeronáutico representa 10,8% do Valor Adicionado de Botucatu, o que corresponde a aproximadamente 500 milhões de reais. O crescimento do setor também é visível, com a Embraer estimando um aumento de até 21,5% em sua receita anual em 2024, impulsionada por um aumento na entrega de aeronaves.

No âmbito educacional, a pesquisa enfatiza a importância da educação e qualificação contínua, enquanto culturalmente, o estudo reforça a importância de uma indústria dinâmica e inovadora. Em termos de internacionalização, o setor aeronáutico é relevante, com destaque para a Embraer e suas parcerias globais. A inserção local, regional e nacional é visível, com Botucatu se destacando como um polo de desenvolvimento, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável, integrando inovação, crescimento econômico e responsabilidade social.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The expected impact of this research on the effects of Industry 4.0 on the Brazilian aerospace sector is significant and multifaceted. Scientifically, the research contributes to understanding emerging technologies and their impact on people management and competencies. Technologically, it addresses the adaptation and technological maturity level of the aerospace sector in relation to Industry 4.0. Socially, the study promotes the qualification and development of workers' skills, focusing on adapting to new technological demands. Innovatively, the work proposes new strategies for workforce training and qualification.

Economically, the research highlights the positive impact on job creation and the aerospace sector's contribution to the country's trade balance. In 2023, the sector recorded exports of 78.9 million dollars and imports of 23.2 million dollars, generating a surplus of 55.7 million dollars, which represents a substantial contribution to the Brazilian economy. Furthermore, the aerospace segment accounts for 10.8% of Botucatu's Added Value, amounting to approximately 500 million reais. The sector's growth is also visible, with Embraer estimating a 21.5% increase in its annual revenue in 2024, driven by a rise in aircraft deliveries.

In the educational sphere, the research emphasizes the importance of continuous education and qualification, while culturally, the study reinforces the significance of a dynamic and innovative industry. In terms of internationalization, the aerospace sector is highly relevant, with a particular focus on Embraer and its global partnerships. The local, regional, and national integration is evident, with Botucatu standing out as a development hub, while also contributing to sustainable development by integrating innovation, economic growth, and social responsibility.

PATRÍCIA DIAS SILVA ALMEIDA

**Os desafios da indústria 4.0 para as práticas da gestão de pessoas: um estudo
sobre o setor aeronáutico brasileiro**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção – Mestrado Profissional

Data da defesa: 16/10/2024

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDO RAMALHO MARTINS**
Data: 16/10/2024 12:46:02-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. FERNANDO RAMALHO MARTINS
Orientador - UNESP

Documento assinado digitalmente
 **JOAO PAULO ESTEVAM DE SOUZA**
Data: 17/10/2024 17:07:52-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. JOÃO PAULO ESTEVAM DE SOUZA
INPE

Documento assinado digitalmente
 **ELAINE DA SILVA**
Data: 17/10/2024 19:59:07-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profª Drª ELAINE DA SILVA
UNESP

Dedico este trabalho ao meu amigo
ESPÍRITO SANTO e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Segundo Melody Beattie, “a gratidão desbloqueia a abundância da vida. Ela torna o que temos em suficiente, e mais. Ela torna a negação em aceitação, caos em ordem, confusão em clareza. Ela pode transformar uma refeição em um banquete, uma casa em um lar, um estranho em um amigo. A gratidão dá sentido ao nosso passado, traz paz para o hoje e cria uma visão para o amanhã”.

Nesta perspectiva de gratidão, dedico esta pesquisa, em primeiro lugar, a Deus, que me sustenta em graça e sabedoria diariamente. E, ao meu marido Michel, que foi capaz de suportar todos os meus momentos de ausência durante o processo: desde que você passou a fazer parte da minha vida, vivencio uma espiral construtiva. Esta é uma das muitas conquistas ao seu lado.

Quero ressaltar meus agradecimentos a todos colaboradores da empresa WF Estruturas e Sistemas, na qual sou sócia e CEO e dizer que vocês são a fonte inspiradora desta pesquisa e do meu aprendizado diário.

E, para finalizar: obrigada queridos professores e orientadores Fernando R. Martins e Jorge Muniz Jr., pela motivação, paciência e empoderamento a cada encontro realizado. Sem dúvida, vocês foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

“Seja forte e corajoso”; Josué 1:9

RESUMO

Esta dissertação de mestrado se debruçou sobre as transformações causadas pelas novas tecnologias nas práticas de gestão de pessoas, competências e conhecimento. Em um contexto em que o conhecimento se tornou uma variável-chave, o cuidado com os colaboradores revelou-se fundamental para a eficiência dos processos de negócios e para a capacidade das empresas de inovar e atender às necessidades dos clientes. O avanço tecnológico na era digital criou um ambiente repleto de desafios e incertezas. Diante disso, surgiram questionamentos como: "Como essa transformação tem influenciado a gestão do conhecimento, gestão de pessoas e gestão de competências nas práticas industriais no futuro?" e "Quais devem ser as competências essenciais para o profissional do futuro exercer satisfatoriamente suas funções/cargo?". O objetivo deste estudo foi analisar os impactos da Indústria 4.0 na gestão de competências em empresas brasileiras fornecedoras do setor aeronáutico. A coleta de dados constituiu-se de três etapas: aplicação de questionário de pesquisa, entrevista de validação e técnica Delphi com especialistas da área. Os resultados indicaram que, embora as tecnologias da I4.0 estivessem sendo implementadas, isso ocorreu de forma específica e, por vezes, pontual. O processo de implantação enfrentou desafios significativos, como a falta de mão de obra qualificada e a escassez de capital para investir em formação de capital humano. A análise dos dados revelou cinco pontos principais: os desafios da I4.0 nas práticas de gestão de pessoas, o nível de maturidade do setor em relação à I4.0, as aptidões e competências necessárias para o trabalhador neste novo paradigma, as ações de qualificação essenciais e os elementos a serem abordados em um plano de qualificação para os trabalhadores do setor. Concluiu-se que, para maximizar os benefícios das transformações industriais trazidas pela I4.0, foi necessário equilibrar o desenvolvimento tecnológico com o desenvolvimento do conhecimento humano. Este estudo reforçou a importância de investimentos contínuos em capital humano para acompanhar as inovações tecnológicas e garantir a competitividade e sustentabilidade do setor aeronáutico brasileiro.

PALAVRAS-CHAVES: Indústria 4.0; Gestão de Pessoas; Competências; Habilidades; Setor Aeronáutico.

ABSTRACT

This master's dissertation focused on the transformations caused by new technologies in people, skills and knowledge management practices. In a context in which knowledge has become a key variable, caring for employees has proven to be fundamental for the efficiency of business processes and for companies' ability to innovate and meet customer needs. Technological advances in the digital age have created an environment full of challenges and uncertainties. In light of this, questions have arisen such as: "How has this transformation influenced knowledge management, people management and skills management in industrial practices in the future?" and "What should be the essential skills for the professional of the future to satisfactorily perform their functions/position?". The objective of this study was to analyze the impacts of Industry 4.0 on people management in Brazilian companies that supply the aeronautical sector. Data collection consisted of three stages: application of a research questionnaire, validation interview and Delphi technique with experts in the field. The results indicated that, although I4.0 technologies were being implemented, this was done in a specific and sometimes ad hoc manner. The implementation process faced significant challenges, such as the lack of qualified labor and the scarcity of capital to invest in human capital training. The analysis of the data revealed five main points: the challenges of I4.0 in people management practices, the level of maturity of the sector in relation to I4.0, the skills and competencies required for workers in this new paradigm, the essential qualification actions and the elements to be addressed in a qualification plan for workers in the sector. It was concluded that, in order to maximize the benefits of the industrial transformations brought about by I4.0, it was necessary to balance technological development with the development of human knowledge. This study reinforced the importance of continuous investments in human capital to keep up with technological innovations and ensure the competitiveness and sustainability of the Brazilian aeronautical sector.

KEYWORDS: Industry 4.0; People Management; Skills; Abilities; Aerospace Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Volume de Exportações de Peças Aeronáuticas	17
Figura 2 - Exemplo de rotina de trabalho com auxílio das novas tecnologias	25
Figura 3 - Grupos de Fornecedores da Embraer	42
Figura 4 - Etapas metodológicas	43
Figura 5 - Desafio da I4.0 as práticas de gestão de pessoas	60
Figura 6 - Nível de maturidade em relação à I4.0 no setor	63
Figura 7 - Aptidões, habilidades e competências necessárias	64
Figura 8 - Ações de qualificação- Parte 1	67
Figura 9 - Ações de qualificação - 4 Parte 2	67
Figura 10 - Plano de qualificação - Parte 1	69
Figura 11 - Plano de qualificação - Parte 2	70
Figura 12 – Apresentação	82
Figura 13 – Conceito de I4.0	82
Figura 14 – Implementação da indústria 4.0	83
Figura 15 – Casos de implementação	83
Figura 16 – Participação dos trabalhadores	85
Figura 17 – Recursos Humanos	85
Figura 18 – Questões de encerramento	86
Figura 19 – Perfil dos Respondentes	87
Figura 20 – Nível de Maturidade	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de aplicação	31
Quadro 2 - Resumo sobre competências segundo autores	33
Quadro 3 - Resultados da I4.0 no ambiente de trabalho	40
Quadro 4 - Revisão Teórica	44
Quadro 5 - Análise de Conteúdo Categorizado	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tecnologias associadas a I4.0	23
Tabela 2 – Perfil dos gestores entrevistados	46
Tabela 3– Perfil dos especialistas entrevistados	49
Tabela 4 – Questões elaboradas X objetivo da pesquisa	49
Tabela 5 – Questões e categorias analisadas	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVOS E RESULTADOS ESPERADOS	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 INDÚSTRIA 4.0	19
2.1.1 Modelo de maturidade em I4.0	22
2.2 O TRABALHADOR 4.0	24
2.2.1 Desafios da I4.0 na indústria brasileira	26
2.3 A GESTÃO DE PESSOAS EM UM CONTEXTO 4.0	29
2.3.1 Automação e I.A	29
2.3.2 Desafios da I4.0 na formação de competências	32
2.3.3 Engajamento e produtividade	38
2.3.4 Mapeamento das competências	41
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	42
3.1 CONTEXTO DE ESTUDO	42
3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS	43
3.2.1 Revisão teórica	43
3.2.2 Pesquisa de campo	45
3.2.3 Aplicação de questionário de pesquisa	45
3.2.4 Entrevista de validação	48
3.2.5 Técnica Delphi	48
3.2.6 Estratégias de análise de dados	50
4 RESULTADOS	52
4.1 ANÁLISE GOOGLE FORMS	52
4.2 ANÁLISE DELPHI	59
5 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A – Questionário de coleta de dados	81

1 INTRODUÇÃO

Indústria 4.0 é um termo originado na Alemanha, aplicado a um grupo de transformações abarcando *design*, fabricação, operação e serviço de sistemas de manufatura e produtos (DAVIES, 2015). A designação 4.0 significa que esta é a quarta revolução industrial do mundo, a sucessora de três revoluções industriais anteriores que causaram saltos quânticos em produtividade e mudaram a vida de pessoas em todo o mundo.

A indústria 4.0 (I4.0), resultante da quarta revolução industrial, poderá trazer mudanças de paradigmas nos processos de negócios, porém exige a qualificação e a integração dos recursos humanos com as operações (BAG; GUPTA, 2019).

Desse modo, a Indústria 4.0 diz respeito a um paradigma de manufatura em que as máquinas operacionalizam rotinas para a manufatura digital, comunicam-se entre si e suportam colaboração de forma autônoma, impactando manufatura, processos, resultados e modelos de negócios.

Um dos conceitos-chave dentro da indústria 4.0 é o de fábricas inteligentes, também conhecido como fábrica digital. A fábrica inteligente diz respeito a um sistema de fabricação conectado, operando principalmente sem força humana, gerando, transferindo, recebendo e processando os dados para realizar as tarefas para produzir os mais diversos tipos de bens (OSTERRIEDER; BUDDE; FRIEDLI, 2020).

Segundo Davies (2015, p. 3-4, tradução nossa):

Fábricas inteligentes permitem maior flexibilidade na produção. A automação do processo de produção, a transmissão de dados sobre um produto à medida que ele passa pela cadeia de fabricação e o uso de robôs configuráveis significam que uma variedade de produtos diferentes podem ser fabricados na mesma instalação de produção. Esta customização em massa permitirá a produção de pequenos lotes (...) devido à capacidade de configurar rapidamente as máquinas para se adaptarem aos requisitos fornecidos pelo cliente...

Muitas vezes, ao se conceituar as atuais transformações produtivas, processos produtivos são destacados, deixando-se em segundo plano o lado humano da empresa (Ribeiro et al., 2022). Para autores como Ngoc, Lasa, Iriarte (2021) os fatores humanos são a principal força motriz para o sucesso de uma organização, tendo grande relevância na cadeia de valor.

Dessa forma, somado ao entendimento das transformações no processo produtivo, faz-se necessário compreender as implicações da I4.0 para aqueles que estão diretamente implicados no processo produtivo. Nesse sentido, interessa-nos entender as novas habilidades e competências esperadas para os profissionais inseridos nesse contexto. A pesquisa se propôs, portanto, a responder às seguintes questões: Como as transformações inerentes à I4.0 têm

influenciado a gestão do conhecimento, a gestão de pessoas e a gestão de competências nas práticas industriais no futuro?" e "Quais devem ser as competências essenciais para o profissional do futuro exercer satisfatoriamente suas funções/cargo?".

1.1 JUSTIFICATIVA

Os últimos anos foram marcados por um cenário bastante adverso e desafiador tanto para as organizações quanto para a sociedade, sobretudo devido às perdas físicas e materiais ocasionadas pela pandemia da Covid 19. Os efeitos da pandemia impactaram fortemente as empresas no que tange à empregabilidade, treinamento, qualificação, afetando a forma como estas trabalhavam. Nesse cenário, a transformação digital ganhou destaque na agenda global, como forma de reestruturar as relações de produção e o modelo de negócios das organizações de trabalho (CNI, 2017). Empresas dos mais variados portes tiveram que se adaptar para sobreviver e se perpetuar no mercado. Governos foram forçados a antecipar os serviços digitais, estimulando novos padrões de comportamento, o que precipitou e acelerou a transição para uma economia digital.

No estudo em tela, busca-se refletir sobre os impactos dessa transição em um setor industrial específico, qual seja: o setor aeroespacial. Trata-se de um setor muito complexo e dinâmico, no qual o grande desafio é aliar alta performance com qualidade, bem como processos produtivos artesanais com as novas tecnologias e padrões da economia digital.

O setor aeronáutico no Brasil desempenha um relevante papel, não apenas por sua complexidade e influência em várias esferas, mas também por sua significativa contribuição para a economia nacional. A indústria aeronáutica brasileira representa um importante caso de cluster, não somente devido à sua contribuição tecnológica, mas também por seu impacto positivo na balança comercial. Com um expressivo volume de exportações de peças e componentes, que chegam a uma média anual de aproximadamente US\$315 milhões, o setor se destaca como um dos pilares das exportações do país, conforme figura 01.

Além disso, o setor aeronáutico tem sido fundamental na geração de empregos de qualidade no Brasil, com uma média salarial acima do mercado industrial, contribuindo assim para a melhoria das condições socioeconômicas de diversas regiões. A presença marcante da Embraer, uma das principais empresas aeronáuticas do mundo, é um testemunho do potencial de crescimento e desenvolvimento desse setor no país. A empresa possui um plano diretor de tecnologias de manufatura avançada chamado de Manufatura 4.0, onde desenvolve tecnologias para aumento de produtividade, eficiência, sustentabilidade ambiental entre outros como:

propulsão eficiente, sistemas autônomos, combustíveis alternativos, gestão de resíduos, conectividade rápida e redução de ruídos.

De acordo com dados recentes da Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2019), o panorama para a indústria aeroespacial nos próximos 20 anos é de um crescimento constante e substancial. Essa previsão destaca ainda mais a necessidade crucial de a indústria aeronáutica brasileira se preparar de forma adequada para conquistar uma fatia significativa desse crescimento global em ascensão.

Os indicadores atuais revelam a magnitude do impacto da indústria aeronáutica no Brasil. Estimativas revelam que essa indústria, juntamente com as companhias aéreas e a sua rede de fornecedores, contribui expressivamente para o PIB do país, totalizando uma notável cifra de US\$18,8 bilhões. Mais especificamente, cerca de US\$12,3 bilhões são diretamente atribuídos ao setor aeroespacial, enquanto o consumo proveniente dos turistas estrangeiros que chegam por via aérea corresponde a uma significativa parcela de US\$6,5 bilhões do PIB.

Além do impacto econômico impressionante, o setor aeronáutico brasileiro é também uma fonte substancial de oportunidades de emprego. Com um número substancial de 839.000 empregos gerados, as companhias aéreas, os operadores aeroportuários, os diversos empreendimentos nos aeroportos e os fabricantes de aeronaves desempenham um papel crucial na criação e sustentação de oportunidades de trabalho para cerca de 167.000 pessoas diretamente empregadas no setor.

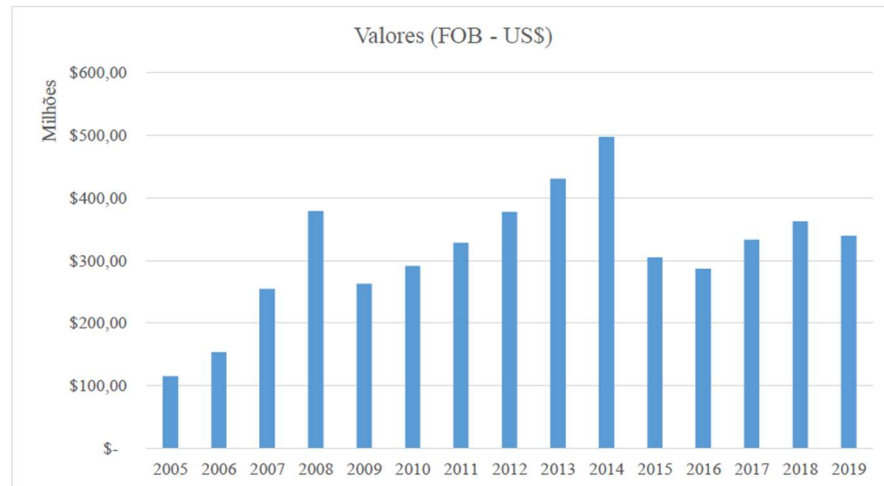
A influência se estende ainda mais, com outros 253.000 empregos impulsionados indiretamente por meio das aquisições de bens e serviços de fornecedores locais. Adicionalmente, estimativas indicam que cerca de 119.000 empregos são mantidos pelo setor devido aos salários pagos aos funcionários, que, por sua vez, direcionam parte de suas rendas para o consumo de bens e serviços diversos.

Dessa forma, é inquestionável que a indústria aeronáutica não apenas impulsiona o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico do Brasil, mas também atua como um motor crucial na geração de oportunidades de emprego e na promoção de uma economia dinâmica e próspera.

Além disso, a busca pela independência tecnológica assume um papel de extrema importância, especialmente considerando que, no Brasil, as importações de bens tecnológicos são majoritariamente destinadas ao consumo interno. Nesse sentido, investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento dentro do setor aeronáutico são essenciais para impulsionar a

inovação e a competitividade internacional, permitindo que o país aumente sua participação no mercado global e fortaleça sua posição como um dos principais players do setor aeroespacial.

Figura 1 - Volume de Exportações de Peças Aeronáuticas



Fonte: MIDC (2020)

Conforme afirmam Ozkan-Ozen e Kazangoglu et al. (2021 et al., 2021, p. 07), desenvolver as pessoas e seu conhecimento para a evolução e as mudanças da I4.0 traz possibilidades para a implantação de tecnologias vindouras. Profissionais qualificados são fundamentais para adotar tecnologias digitais. Eles serão responsáveis, por exemplo, por tomar decisões estratégicas a partir das informações geradas. As estratégias de inovação adotadas, por sua vez, devem ter uma sinergia com o capital intelectual humano, pois conforme postulado por Lobão e Zilli (2020) “(...) desenvolver inovações por si só, sem levar em consideração o comportamento humano, é um grande tiro no pé”.

De acordo com Macey, Schneider, Barbera e Young (2011), o alinhamento entre estratégia e competência é a chave para o "engajamento", tido pelos autores como o maior ingrediente para o sucesso organizacional.

Ribeiro et al. (2022), identificaram uma série de oportunidades de pesquisa, dentre as quais destaca-se: Identificar competências e habilidades dos trabalhadores para I4.0, Gestão de RH para implementação I4.0, Analisar a interação do operador com recursos tecnológicos, Entender a perspectiva do trabalhador na implementação da I4.0 e Discutir a função do trabalhador em I4.0.

A presente pesquisa traz contribuições relacionadas às seguintes oportunidades de pesquisa: i. gestão de pessoas para I4.0 (Song et al. 2021) ; ii. competências e habilidades para os trabalhadores da I4.0 (Del Rio Castro et al. 2021; Malik et al. 2021; Sartori et al. 2022;

Oztemel & Gursev, 2020; Muniz Jr. et al. 2023;); iii. desafios de interação e implementação dos recursos da I4.0 (Kaasinen et al. 2020; Ribeiro et al., 2022).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é discutir os impactos trazidos pela Indústria 4.0 para o setor aeronáutico brasileiro. Este trabalho considera impactos: a influência da Indústria 4.0 na gestão de competências, o nível de maturidade tecnológica e habilidades (Tabela 1). Como objetivos específicos tem-se:

- A. Mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro inter-relacionando-o ao contexto da I4.0;
- B. Identificar quais são as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro , no contexto da I4.0;
- C. Verificar quais são as ações de qualificação planejadas para a obtenção das competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da I4.0.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada, conforme descrito abaixo:

A introdução contém toda a contextualização do problema e as questões de pesquisa, seguida de justificativa, objetivos e resultados esperados;

O capítulo 2 contém uma revisão da literatura sobre indústria 4.0, gestão de pessoas, gestão por competências e o modelo de maturidade em I4.0;

O capítulo 3 discorre sobre o método de pesquisa utilizado nesta dissertação, com etapas as metodológicas e coleta de dados;

Já o capítulo 4 é dedicado à apresentação e análise dos resultados da pesquisa qualitativa;

No capítulo 5, apresenta-se a conclusão, com as contribuições desta pesquisa e as recomendações para pesquisas futuras, seguido pelas referências bibliográficas.

Por fim, o apêndice A exibe o questionário estruturado sobre o mapeamento dos avanços da I4.0 no setor aeronáutico brasileiro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Por meio da revisão bibliográfica de artigos publicados foi possível verificar os principais desafios encontrados no quesito gestão de pessoas e em relação às competências e qualificações necessárias e relevantes para os trabalhadores na I4.0.

2.1 INDÚSTRIA 4.0

O início da I4.0 foi marcado por inteligência artificial e *big data* trazendo uma mudança de paradigma nas esferas econômica e social conforme defendem Bag e Telukdarie (2021). A I4.0, apresenta muitos aspectos e impactos nos processos produtivos, com o uso e a disseminação das tecnologias, sofrendo grandes mudanças que estão dando e darão novas formas de transformação de bens e serviços (SCHWAB, 2016).

A Indústria 4.0 nasce no contexto da quarta revolução industrial que está transformando radicalmente a maneira como as empresas operam, afetando a natureza do trabalho e o perfil dos trabalhadores. Com o advento de tecnologias avançadas, como automação, robótica, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), as empresas estão adotando novas formas de produção, gerenciamento de dados e comunicação, o que implica mudanças significativas no perfil dos trabalhadores.

A indústria 4.0 é uma revolução na maneira como a produção industrial é feita, trazendo tecnologias inovadoras como automação, inteligência artificial e internet das coisas (IoT). Essa nova fase da indústria está mudando significativamente o perfil do trabalhador e a forma como as empresas gerenciam sua força de trabalho.

A customização de produtos com otimização de grande parte dos processos produtivos através da implantação de fábricas inteligentes, vem interferindo nas competências profissionais e nas relações de trabalho.

Ela chega com o intuito de facilitar e expandir os processos produtivos, estando embasada na robotização, na inteligência virtual entre outras tecnologias de ponta. A principal função desta revolução é minimizar os processos para alcançar a maximização dos resultados.

De forma conceitual, a IA foi codificada como a capacidade de um sistema aprender e interpretar dados digitalizados (ELISH; BOYD, 2018). Para alguns pesquisadores a inteligência artificial pode aprimorar a inteligência dos funcionários, permitindo-lhes compreender e

superar situações complexas e, assim, ajudá-los no processo de tomada de decisões, (BADER; KAISER, 2019).

A quarta revolução industrial provocou (e ainda provocará) mudanças intensas e volumosas na organização das empresas; onde os valores, anteriormente atribuídos aos bens materiais, ao patrimônio, passam a ser conferidos aos recursos intangíveis, como a informação, o conhecimento e, principalmente, o intelectual dos recursos humanos (CNI, 2017).

Como visto anteriormente, conclui-se que a gestão de pessoas influencia o engajamento das pessoas nas equipes, levando o negócio e o profissional a crescerem juntos, porém isso não é suficiente. De acordo com o estudo de Romero (2016 et al., p. 677):

[...] o nível de tecnologias de fabricação complexas aumentará ainda mais e levará a processos de produção avançados se tornando mais complexos e integrados. Como resultado, o papel dos operadores no chão de fábrica mudará da execução de tarefas repetitivas simples para o tratamento de tarefas mais complexas.

Com o aumento da pressão competitiva, as organizações modernas tendem a confiar no conhecimento e em sua exploração para sustentar uma vantagem de médio e longo prazo, combinando com suas capacidades operacionais (BAG; CUPTA, 2019). Isso exige uma compreensão com foco na gestão de pessoas, especificamente, tendo-se em conta como o conhecimento é criado, compartilhado, transferido, adquirido, armazenado, recuperado e aplicado em uma estrutura.

Desde o início do novo milênio, a gestão de pessoas tem sido profundamente afetada, sobretudo devido às novas realidades fabris advindas da interconexão de máquinas e da capacidade destas de aprender e compartilhar dados de forma autônoma (FRANK et al., 2019; OZTEMEL; GURSEV, 2020).

A utilização da manufatura aditiva, realidade aumentada, são exemplos de suporte na tomada de decisões para capacitar os funcionários a desenvolverem suas habilidades criativas enquanto usam máquinas para tarefas rotineiras. Assim, empresas globais com funcionários qualificados esperam que a IA forneça benefícios e resultados multifacetados para seus negócios (HSIEH, 2003; LIU et al., 2020).

Nessa discussão, um conceito relevante a ser abordado é o de competência. Frey e Osborne (2013, p. 7) advogam que o conhecimento é um recurso-chave para se obter vantagem competitiva sustentável. Segundo eles:

É pouco provável que sejam automatizadas habilidades ligadas a inteligência criativa, inteligência social (como necessário, por exemplo, para profissões relativas ao cuidado) e percepção e manipulação (como em atividades em meios desestruturados ou em constante alteração) .

Nesse sentido, o cuidado com pessoas se torna primordial para tornar os processos mais eficientes, bem como aumentar a capacidade das empresas de reconhecer novas soluções e desenvolver produtos que atendam às necessidades de seus clientes.

Consequentemente, a capacidade do operador para compreender plenamente a tecnologia de fabricação será mais difícil, o que levantará novas exigências no domínio das competências (HOLM, 2018).

O avanço tecnológico na era digital traz um ambiente propício para o impulsionamento baseado no conhecimento. O que leva ao questionamento: “Como essa transformação impactará as práticas industriais no futuro, especialmente no que tange a gestão de conhecimento, gestão de pessoas e gestão de competências?”

As empresas entenderam que para sobreviver na era digital precisam assumir o desempenho de seus negócios à “velocidade” do pensamento, o que leva a lançar mão de adequada gestão do conhecimento e de pessoas, na qual a gestão de competências e da organização que aprende serão bases da referida velocidade.

Segundo a empresa Accenture, líder global em serviços profissionais que trabalha na interseção de negócio e tecnologia para ajudar companhias a melhorar seu desempenho e criar valor sustentável e aprimorar a maneira como o mundo vive e trabalha , faz uma ponderação importante ao afirmar que se deve:

Focar no desenvolvimento das competências que são duradouras e (pelo menos até agora) exclusivamente humanas, em vez de apostar em habilidades técnicas específicas, pois a maioria destas se modifica permanentemente. O avanço empresarial rápido, apresentado neste início de novo milênio, traz consigo o significado da competitividade de alto nível, fazendo desaparecer aquelas empresas que não forem capazes de manter níveis cada vez mais altos de desempenho nos negócios ou de produtividade do trabalho. (ACCENTURE; 2017, p.17).

A Indústria 4.0 traz à luz uma realidade do futuro e das transformações nos processos produtivos, o que reflete no mercado de trabalho e estão direcionando a formação do perfil profissional contemporâneo.

Um dos desafios identificados para o êxito da transformação digital é a falta de competência e qualificação de seus trabalhadores. Isto posto, será fundamental para a indústria de transformação lidar com o desenvolvimento de competências de acordo com a necessidade da Indústria 4.0 (IMRAN; KANTOLA, 2019).

2.1.1 Modelo de maturidade em I4.0

De acordo com o modelo de maturidade industrial proposto pelo SENAI, baseia-se no modelo desenvolvido pela Academia Alemã de Ciência e Engenharia, a ACATECH, onde se posiciona a organização em uma escala de 1 a 5 de acordo com o seu estágio de maturidade, conforme abaixo:

- Estágio 1 – OTIMIZAÇÃO: Aumente a produtividade do chão de fábrica e dos seus funcionários, ao mesmo tempo em que o desperdício é reduzido, elevando a sua margem de lucro. Capacite as lideranças no tema indústria 4.0 e se prepare para a segunda etapa.
- Estágio 2 – SENSORIAMENTO E CONECTIVIDADE: Agora que você já ajustou o seu processo produtivo, é necessário sensoriar suas principais linhas de produção. Seus técnicos serão capacitados para analisar dados em tempo real, aprender com o seu chão de fábrica e tomar rápidas decisões.
- Estágio 3 – VISIBILIDADE E TRANSPARÊNCIA: Como os dados do processo já estão sendo captados por sensores, é hora de torná-los visíveis em uma nuvem e integrados aos demais indicadores da empresa e de toda a sua cadeia de valor.
- Estágio 4 – CAPACIDADE PREDITIVA: Agora que sua empresa já começou a aprender com o seu processo produtivo, é hora de introduzir tecnologias como big data e inteligência artificial para auxiliar em possíveis testes e prever diferentes cenários.
- Estágio 5 – FLEXIBILIDADE E ADAPTABILIDADE: Nesta fase, os sistemas e tecnologias implantados possuem capacidade de identificar e resolver problemas, além de responder de forma flexível às demandas dos clientes por novos produtos e serviços.

Conforme explica Rafael Lucchesi, diretor Geral do Senai (2021), “A Indústria 4.0 é a grande oportunidade para que as empresas brasileiras se tornem mais produtivas. O SENAI compreende que o caminho rumo à manufatura avançada é mais do que adotar novas tecnologias, como inteligência artificial e big data. Exige, entre outros aspectos, a qualificação de profissionais que vão programar máquinas complexas, implantar novos processos e, principalmente, tomar decisões embasadas e em tempo real. Passa também pelo investimento em inovação, ou seja, no desenvolvimento de produtos e processos inteligentes.”

O questionário, disponível na plataforma SENAI, 2020 (senai40.com.br), avalia o uso de recursos como internet das coisas, big data e robótica autônoma, assim como o envolvimento da companhia com a atualização tecnológica.

Além do teste, o SENAI possui um guia com cinco passos que as pequenas e médias empresas devem seguir para se inserir na indústria 4.0 após identificar seu grau de maturidade tecnológica.

De acordo com o Ribeiro, et al., descrito na Tabela 01, podemos observar de forma compilada diversas tecnologias associadas a I4.0.

Tabela 1 - Tecnologias associadas a I4.0

Autor	Tecnologias	Definição
Dalenogare et al., 2018	Projeto e fabricação auxiliados por computador	Desenvolvimento de projetos e planos de trabalho de produto e manufatura baseados em sistemas informatizados
Klingenberg, Borges and Antunes, 2019	Sistema Ciberfísico	Integra diferentes tecnologias em sistemas de produção, combinando sistemas físicos e cibernéticos, interagindo com sistemas embarcados, redes de comunicação pela internet e pessoas
Dalenogare et al., 2018	Sistema integrado de engenharia	Integração de sistemas de suporte de TI para troca de informações no desenvolvimento e fabricação de produtos
Dalenogare et al., 2018	Automação digital com sensores	Sistemas de automação com tecnologia de sensores embarcados para monitoramento por meio de coleta de dados
Dalenogare et al., 2018	Coleta e análise de big data	Correlação de grandes quantidades de dados para aplicações em análise preditiva, mineração de dados, análise estatística e outros
Dalenogare et al., 2018	Sistemas Digitais de Produtos-Serviços	Incorporação de serviços digitais em produtos baseados em plataformas IoT, sensores embarcados, processadores e software possibilitando novas capacidades
Dalenogare et al., 2018	Fabricação aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D	Máquinas de fabricação versáteis para sistemas de fabricação flexíveis (FMS), transformando modelos digitais 3D em produtos físicos
Dalenogare et al., 2018	Fabricação aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D	Máquinas de fabricação versáteis para sistemas de fabricação flexíveis (FMS), transformando modelos digitais 3D em produtos físicos

Fonte: adaptado de Ribeiro et al. (2022)

2.2 O TRABALHADOR 4.0

Anteriormente, a maioria das atividades industriais era realizada por trabalhadores manuais que realizavam tarefas repetitivas e mecânicas. No entanto, com a automação e a introdução de robôs na produção, a demanda por trabalhadores manuais está diminuindo. Em contrapartida, a indústria 4.0 está criando demanda por profissionais com habilidades em tecnologia, análise de dados, programação e comunicação. (KESSLER; ARLINGHAUS, 2022).

Nas palavras de Klaus Schwab (2016, p. 1) “estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro”, sendo assim os trabalhadores da indústria 4.0 precisam ter habilidades que vão além das habilidades manuais, incluindo a capacidade de trabalhar com tecnologias avançadas, como robôs, sensores e software de análise de dados. Além disso, eles precisam ser capazes de colaborar com outras equipes, comunicar ideias complexas de forma clara e trabalhar de forma independente para resolver problemas.

Para se adaptar a essa mudança, muitas empresas estão investindo em treinamento e desenvolvimento para seus funcionários, oferecendo cursos de capacitação em tecnologia e programação, bem como programas de aprendizagem ao longo da vida. Algumas empresas também estão adotando práticas de trabalho mais flexíveis, como horários de trabalho ajustáveis e locais de trabalho remotos, para atrair e reter talentos qualificados.

Observa-se que a indústria 4.0 está mudando o perfil do trabalhador e as empresas estão se adaptando a essa mudança investindo em treinamento e tecnologia avançada para gerenciar sua força de trabalho. As empresas que conseguem atrair e reter talentos qualificados terão uma vantagem competitiva em um mercado cada vez mais exigente e tecnológico. (OZTEMEL; GURSEV, 2020).

Existem vários exemplos práticos de como a Indústria 4.0 está mudando o perfil do trabalhador e como as empresas estão se adaptando a essa mudança. Os exemplos foram extraídos dos sites oficiais das empresas, segue alguns deles:

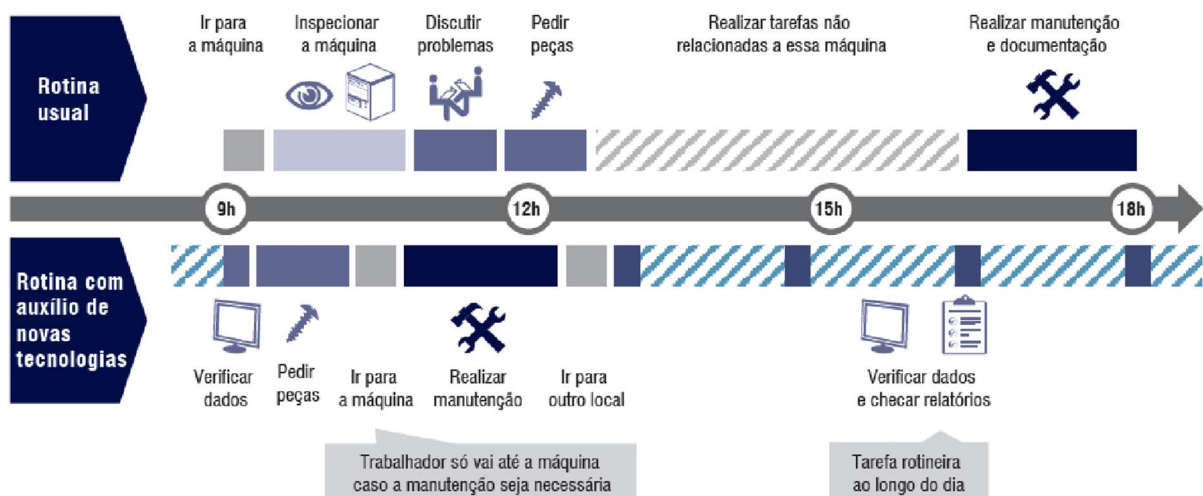
1. Robôs colaborativos: empresas como a BMW estão implementando robôs colaborativos em suas fábricas para trabalhar em conjunto com os trabalhadores humanos. Esses robôs são projetados para realizar tarefas repetitivas e perigosas, permitindo que os trabalhadores se concentrem em tarefas mais criativas e desafiadoras.

2. Capacitação em habilidades digitais: empresas como a Siemens estão investindo em programas de capacitação para seus funcionários, fornecendo treinamento em habilidades digitais, como programação, análise de dados e inteligência artificial. Isso ajuda a preparar seus trabalhadores para as mudanças na indústria e mantê-los atualizados com as últimas tecnologias.
3. Fábricas inteligentes: a Bosch está desenvolvendo fábricas inteligentes que utilizam tecnologias como IoT, IA e VR para criar um ambiente de produção altamente eficiente e flexível. Essas fábricas são capazes de se adaptar rapidamente às mudanças na demanda do mercado, reduzindo o tempo de inatividade e aumentando a produtividade.
4. Automação de processos: a Amazon está implementando robôs em seus centros de distribuição para automatizar tarefas como o armazenamento e o transporte de produtos. Isso reduz a necessidade de trabalho manual e permite que os trabalhadores se concentrem em tarefas mais estratégicas.

Esses exemplos mostram como a Indústria 4.0 está mudando a forma como as empresas operam e como os trabalhadores estão sendo afetados por essas mudanças. As empresas que se adaptam às mudanças e investem em seus trabalhadores estão melhor posicionadas para prosperar na nova era da indústria.

Na figura 2 abaixo, podemos observar um exemplo da rotina usual de um trabalhador, *versus* a rotina com auxílio de novas tecnologias.

Figura 2. Exemplo de rotina de trabalho com auxílio das novas tecnologias



A introdução de novas tecnologias nas rotinas de trabalho trouxe mudanças significativas, tanto em termos de importância quanto de diferenças em relação às rotinas de trabalho tradicionais. A importância está relacionada à melhoria da eficiência, flexibilidade, colaboração e acesso a informações. As diferenças se manifestam na comunicação, o local de trabalho, as ferramentas, a coleta de dados e a colaboração são realizados, bem como na necessidade de enfrentar desafios como a segurança de dados e a sobrecarga de informações.

2.2.1 Desafios da I4.0 na indústria brasileira

O uso de tecnologias digitais como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data, automação, robótica, manufatura aditiva (impressão 3D), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) ainda é pouco explorado no Brasil, apesar do seu potencial para melhorar processos de produção e aumentar a produtividade. Segundo estudo publicado pela CNI (2017): "do total das indústrias, 58% conhecem a importância dessas tecnologias para a competitividade da indústria, mas menos da metade efetivamente as utiliza".

Segundo o estudo o foco é positivo, porém limitado, tendo em vista as oportunidades no que tange o desenvolvimento da cadeia produtiva e novos modelos de negócios.

Tem-se a considerar que o Brasil possui uma posição competitiva no cenário global importante, é o mais recomendado seria que o esforço da digitalização fosse realizado com foco no aumento de eficiência e após caminhar para aplicações mais voltadas ao desenvolvimento de novos produtos e aos novos modelos de negócio, cita o estudo da CNI (2017).

No âmbito interno, o principal obstáculo para a implementação de novas tecnologias digitais, independentemente do setor, é o elevado custo envolvido. Adicionalmente, medir o sucesso de iniciativas de transformação digital pode ser desafiador, uma vez que não se obtém resultados imediatos. Consequentemente, justificar o investimento e evitar falhas na implementação torna-se mais complexo. De acordo com Lobão e Zilli (2020), um roteiro de longo prazo que descreva metas, dependências e marcos pode ser útil para ajudar as pessoas a visualizarem os benefícios futuros da digitalização em suas empresas.

Entre as barreiras no cenário externo, o destaque é a falta de trabalhador qualificado e fica mais evidente o quanto o capital humano é importante, sendo ele o combustível para o sucesso de todo projeto, e conforme evidenciado por Lobão e Zilli (2020, p. 78), para uma

empresa se transformar digitalmente, ela precisa investir nas pessoas que vão selecionar e operar sua tecnologia.

Tendo em vista, o ritmo acelerado das mudanças sofridas globalmente com a pandemia, a transformação digital criou três grandes desafios para o mercado de trabalho. Primeiro, a (re) qualificação dos empregados (*reskilling* e *upskilling*).

Conforme estudo do Fórum Econômico Mundial, até 2025, cerca de 44% das habilidades exigidas atualmente dos trabalhadores devem mudar (Fórum Econômico Mundial, 2021). Embora os treinamentos e cursos à distância tenham ganhado espaço, os desafios são maiores para o grupo de 14 milhões de desempregados no país. É preciso, portanto, formar e preparar o capital humano do Brasil para as chamadas “profissões do futuro”.

Existem diversos indicadores internacionais que apontam para a lacuna no desenvolvimento de profissionais com perfil e habilidades para atender demandas da economia digital no Brasil. A análise desses indicadores internacionais revelam uma significativa deficiência no Brasil quanto ao desenvolvimento de profissionais com perfil e habilidades adequados para atender às demandas da economia digital. Essas demandas dependem, em grande medida, do conhecimento em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), assim como da formação nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (conhecidas como STEM, em inglês). Segue alguns exemplos de indicadores:

1. Índice Global de Competitividade do Fórum Econômico Mundial: o Brasil ocupa a 72ª posição no ranking de habilidades digitais, que avalia a capacidade dos países em formar e utilizar talentos para a economia digital.
2. Índice de Prontidão Digital da União Internacional de Telecomunicações (UIT): o Brasil ocupa a 57ª posição no ranking global de prontidão digital, que mede o grau de desenvolvimento dos países em áreas como infraestrutura de TIC, habilidades digitais e uso das TIC.
3. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA): em 2018, o Brasil ficou abaixo da média dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no desempenho em matemática, ciências e leitura. Isso indica uma possível deficiência na formação em STEM.
4. Índice Global de Habilidades da ManpowerGroup: o Brasil ocupa a 49ª posição no ranking global de habilidades, que mede a disponibilidade de trabalhadores com habilidades relevantes para as empresas. O país também tem uma pontuação baixa em habilidades digitais específicas, como programação.

5. Índice Global de Inovação (GII): o Brasil ocupa uma posição intermediária, evidenciando desafios em inovação e na capacitação tecnológica da força de trabalho, o que impacta negativamente a competitividade do país na economia digital global.

Esses indicadores destacam a importância de investimentos em educação e formação de profissionais com habilidades em TIC e STEM para o desenvolvimento da economia digital no Brasil.

Sendo assim, a ausência e deficiência de habilidades digitais surge como principal explicação para a baixa taxa de adoção de tecnologias digitais e baixa propensão a inovar das empresas de menor porte (OCDE, 2020).

No cenário de acelerada transformação digital, o desequilíbrio entre oferta e demanda de mão de obra é inevitável, visto que competências e habilidades necessárias são percebidas, desenvolvidas e alcançadas com algum atraso. É preciso construir uma ponte e evitar o “gap digital”.

Espera-se que com a promoção de um ambiente favorável para infraestrutura digital, investindo e estimulando a capacitação e desenvolvimento profissional, juntamente com o incentivo da criação de linhas de financiamentos específicas, possam ajudar a acelerar a adoção das tecnologias digitais necessárias e essenciais a serem implantadas no Brasil para aumento da competitividade, garantindo que os avanços tecnológicos estejam integrados à formação do capital humano.

A ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (abdi.com.br), tem como foco o aumento da maturidade digital do setor produtivo, por meio do estímulo à transformação digital, adoção e difusão de novas tecnologias e de novos modelos de negócios, nas empresas, indústria ou serviços. Sua atuação promove o debate entre governo e empresas para qualificar políticas públicas e ações estratégicas voltadas ao aumento da competitividade da economia brasileira frente aos desafios da era digital.

É preciso criar incentivos e investir em ações que garantam o preenchimento das vagas dos empregos do futuro. Trata-se não apenas de formar mão de obra, mas também de garantir que a transformação digital seja inclusiva.

Vale ressaltar que a tecnologia 5G é a chave para o funcionamento das novas fábricas inteligentes da indústria 4.0, sendo considerada o maior habilitador do mundo digital. Entretanto, para que cumpra sua capacidade revolucionária, é fundamental, além da regulação

adequada, mão de obra treinada e qualificada.

2.3 A GESTÃO DE PESSOAS EM UM CONTEXTO 4.0

2.3.1 Automação e I.A

A automação e a inteligência artificial estão transformando o mercado de trabalho em todo o mundo, afetando a forma como as empresas operam e como os trabalhadores são gerenciados. Enquanto essas tecnologias podem aumentar a eficiência e a produtividade, elas também levantam preocupações sobre o impacto na força de trabalho e na gestão de pessoas.

De acordo com Chen et al. (2020), a IA pode ser utilizada em recursos humanos para auxiliar na criação de mecanismos mais abrangentes e objetivos para compensação e gestão de desempenho. Isso elimina erros subjetivos e torna o processo mais justo, correto e eficiente.

Conforme destacado pelo estudo realizado em conjunto do MIT e da BCG em 2019, há várias implicações da automação e da inteligência artificial na força de trabalho e na gestão de pessoas¹. A seguir estão algumas delas:

1. Mudanças na demanda de habilidades: A automação e a inteligência artificial estão mudando a natureza do trabalho, aumentando a demanda por habilidades em tecnologia, análise de dados e outras áreas de alta tecnologia. Isso pode tornar a contratação de trabalhadores qualificados mais difícil e aumentar a competição pelos talentos disponíveis.
2. Mudanças na composição da força de trabalho: A automação pode reduzir a necessidade de trabalho manual, afetando trabalhadores em áreas como produção, construção e transporte. Isso pode levar a uma mudança na composição da força de trabalho, com mais trabalhadores se movendo para áreas de serviço, onde as habilidades sociais e a criatividade são mais valorizadas.
3. Redução de empregos repetitivos: A automação pode substituir trabalhos repetitivos e rotineiros, como processamento de dados, contabilidade e atendimento ao cliente. Isso pode liberar trabalhadores para se concentrarem em tarefas mais estratégicas e criativas, como resolução de problemas, inovação e desenvolvimento de produtos.
4. Necessidade de requalificação: A automação e a inteligência artificial exigem que os trabalhadores tenham habilidades atualizadas e relevantes. Isso significa que as

¹ Vale lembrar que é essencial alinhar a estratégia de IA com a estratégia global da empresa, independentemente do departamento em questão, para obter valor real da aplicação dessas tecnologias.

empresas precisam investir em programas de treinamento e desenvolvimento para garantir que sua força de trabalho esteja preparada para as mudanças.

5. Mudanças na gestão de pessoas: A automação e a inteligência artificial podem tornar a gestão de pessoas mais complexa, com novas ferramentas e tecnologias para gerenciar. As empresas precisam encontrar maneiras de integrar essas ferramentas em sua estratégia de gestão de pessoas e garantir que elas estejam alinhadas com seus objetivos e valores.
6. Impacto na cultura organizacional: A automação e a inteligência artificial podem afetar a cultura organizacional, mudando a forma como os trabalhadores interagem e colaboram. As empresas precisam encontrar maneiras de manter uma cultura saudável e positiva, garantindo que a tecnologia não substitua a colaboração e o trabalho em equipe.

Sendo assim, a automação e a inteligência artificial têm implicações significativas para a força de trabalho e para a gestão de pessoas. As empresas precisam se adaptar às mudanças e encontrar maneiras de garantir que sua força de trabalho esteja preparada para as mudanças na economia digital. Isso envolve investir em programas de treinamento e desenvolvimento, encontrar maneiras de integrar novas ferramentas e tecnologias em sua estratégia de gestão de pessoas e manter uma cultura organizacional saudável e positiva.

Aqui estão alguns exemplos práticos e reais das implicações da automação e da inteligência artificial na força de trabalho e na gestão de pessoas. Os exemplos foram extraídos dos sites oficiais das empresas, segue alguns deles:

Quadro 01 - Exemplos de aplicação

Empresa	Exemplo
Amazon	Redução de empregos repetitivos: A Amazon implementou robôs em seus armazéns para ajudar na coleta e embalagem de pedidos. Isso permitiu que a empresa reduzisse o número de trabalhadores envolvidos nesses processos repetitivos (AMAZON, 2022).
PwC	A PwC está investindo em treinamento para capacitar seus funcionários em análise de dados e inteligência artificial, reconhecendo a crescente importância dessas habilidades no setor (PWP, 2023).
UPS	Necessidade de requalificação: A UPS está investindo em programas de treinamento para seus motoristas, para ajudá-los a se adaptarem às mudanças em sua função causadas pela automação. Por exemplo, a empresa está treinando seus motoristas para usar dispositivos de entrega eletrônica para acompanhar as entregas em tempo real (UPS, 2018).
IBM	Mudanças na gestão de pessoas: A IBM está usando inteligência artificial em seu processo de recrutamento. A empresa usa um algoritmo para analisar currículos e identificar candidatos que se encaixam no perfil desejado. Isso permite que a empresa avalie mais candidatos em um curto período de tempo e identifique aqueles que são mais adequados para a função (IBM, 2021).
Cisco	A Cisco utiliza IA em sua plataforma de comunicação para traduzir mensagens automaticamente, facilitando a colaboração entre funcionários (CISCO, 2021).

Fonte: Autora

Esses são apenas alguns exemplos de como a automação e a inteligência artificial estão afetando a força de trabalho e a gestão de pessoas. Esses exemplos mostram que as empresas estão se adaptando às mudanças e encontrando maneiras de integrar novas tecnologias em suas operações e cultura organizacional.

De acordo com Žigien, et al. (2019), é crucial dedicar uma atenção especial à implementação prática das soluções de inteligência artificial (IA) e à sua eficácia. Com o crescente número de opções de IA disponíveis no mercado, surge uma demanda significativa por equipes qualificadas. É necessário contar com profissionais capacitados para lidar com as complexidades da IA e aproveitar ao máximo seu potencial.

2.3.2 Desafios da I4.0 na formação de competências

Um conjunto de capacidades, conhecimentos, atitudes e motivações que um indivíduo precisa para lidar eficientemente com tarefas e desafios relacionados com o trabalho é chamado de competências (HECKLAU; GALEITZKE et al., 2016). Os principais impactos na formação de profissionais para o futuro envolvem aspectos, como:

- Competência técnica, incluindo todos os conhecimentos e habilidades relacionados ao trabalho. Uma competência específica é dentro do gerenciamento de ciência de dados, que inclui aplicativos e ferramentas para análise de big data, por exemplo, Python (IMRAN, 2019).
- A competência comportamental inclui habilidades para a resolução de problemas com funcionários que são capazes de identificar fontes de erros e melhorar os processos. Processos cada vez mais complexos precisam ser resolvidos de forma eficiente, analisando quantidades crescentes de dados que permitam a tomada de decisões (HECKLAU; GALEITZKE et al., 2016).
- A competência social inclui habilidades que permitem a comunicação (incluindo a comunicação virtual), cooperam e apoiam uns aos outros. O crescente trabalho compartilhado em plataformas espera a capacidade de entender diferentes culturas e se comunicar com parceiros e clientes globais.
- Competências pessoais, incluindo atitudes, motivação e mentalidade sustentável. No que se refere a um futuro aumento da qualidade de um local de trabalho virtual que torne os trabalhadores mais independentes no local e no tempo, tal exigirá uma maior flexibilidade no âmbito das suas responsabilidades laborais (ROMERO; STAHRÉ et al., 2020).

O desenvolvimento de estudos sobre o tema competência surge na necessidade de um novo olhar para o desenvolvimento dos modelos de produção, numa sociedade marcada pelo progresso tecnológico e científico em que informação e conhecimento tornam-se cada vez mais recursos estratégicos no mundo do trabalho, de acordo com Hatschbach (2002).

Do desenvolvimento de habilidades, ao treinamento de profissionais para o uso da informação e ao aprendizado de técnicas para tratar dos aspectos informacionais, relacionados, sobretudo, ao ambiente de trabalho, é um desafio complexo, pois dependem da especificidade de setores econômicos ou profissões e até mesmo de países e sua estratégia.

É importante olhar para setores e níveis tecnológicos a fim de conseguir traçar um panorama mais preciso e profundo das habilidades necessárias, conforme Accenture (2017). No Quadro 2, pode-se observar um resumo de alguns autores sobre esses três aspectos.

Quadro 2 - Resumo sobre competências segundo os autores (continua)

Autores (Ano)	Competências		
	Funcionais / Técnicas	Comportamentais	Sociais
Gudanowska e colegas (2018)	Administração e manutenção Negociação Orientação nos negócios Conhecimento em processos / procedimentos Habilidade de TI Habilidades técnicas Gerenciamento de processos Conhecimento em línguas estrangeiras	Busca de resultados Inovação e flexibilidade Pensamento analítico Autoconfiança Tomada de decisão Resolução de problemas Confiabilidade Prontidão para aprender Gerenciando um ao outro	Construção de relacionamentos Compartilhando conhecimento Identificação com a empresa Comunicação Orientação ao cliente Habilidade de trabalhar em equipe Resolução de problemas e conflitos Cooperação com a empresa Exercer influência
Tessarini Júnior e Saltorato (2018)	Resolução de problemas complexos Conhecimento avançados em TI, incluindo codificação e programação Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações Operação e controle de equipamentos e sistemas Conhecimento estatístico e matemático Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura	Flexibilidade Criatividade Capacidade de julgar e tomar decisões Autogerenciamento do tempo Inteligência emocional Mentalidade orientada para aprendizagem	Habilidade de trabalhar em equipe Habilidades de comunicação Liderança Capacidade de transferir conhecimento Capacidade de persuasão Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas
Schallock e colegas (2018)	Instalar e operar dispositivos de TI Aprendizagem digital Desenvolvimento interdisciplinar de produtos e processos	Habilidade de transformação Adaptabilidade	Habilidade de trabalhar em equipe Capacidade de transferir conhecimento Colaboração
Hecklau e colegas (2016)	Conhecimentos e habilidades relacionadas ao trabalho	Resolução de problemas e conflitos Tomada de decisão	Cooperação com a empresa Comunicação

Quadro 2 - Resumo sobre competências segundo os autores (conclusão)

Autores (Ano)	Competências		
	Funcionais / Técnicas	Comportamentais	Sociais
Sallati e colegas (2019)	Conhecimento profundo em processos de fabricação Habilidades de TI, como compreensão de questões de segurança cibernética	Criatividade Resolução de problemas e conflitos Tomada de decisão Habilidades analíticas e de pesquisa Forte orientação para a eficiência Flexibilidade Mentalidade sustentável Motivação para aprender Autonomia Responsabilidade Pensamento empreendedor	Habilidades interculturais e linguísticas Habilidades de comunicação e networking Habilidade de trabalhar em equipe Comprometimento e cooperação Transferência de conhecimento

Fonte: Autora

O mapeamento das principais competências, apresentado no quadro 2, fornece informações que permitem e orientam ações para desenvolvimento do profissional da I4.0.

O mapeamento de competências tem relação com a redução das diferenças entre as competências individuais e as competências necessárias para o alcance dos objetivos organizacionais. De acordo com Bongomin et.al (2020), o processo de mapeamento é a solução para elevar o nível de competência da equipe.

Quem quiser ser inserido num ambiente nas fábricas da indústria 4.0 precisará desenvolver novas competências; isso significa que é preciso saber, aprender e ter o conhecimento para trabalhar juntamente com as novas tecnologias, computadores, aplicativos, robôs, entre outros; de forma colaborativa para acrescentar a produtividade organizacional.

A gestão por competências foca especialmente o desenvolvimento, o que as pessoas serão capazes de fazer no futuro. O pensamento estratégico e a proatividade são algumas habilidades inerentes a essa gestão e tem sido adotada pelas organizações como instrumento para planejar, captar e desenvolver as competências necessárias para atingir os objetivos do seu negócio (BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001; CARBONE et al., 2009).

Na gestão por competências, grande atenção tem sido dispensada em questões comportamentais (ENAP, 2005). Conforme afirmação de Leme (2012) “a gestão por competências é um recurso para guiar os trabalhadores a atingir as metas e objetivos

organizacionais por meio de suas competências, tanto técnicas quanto comportamentais. O autor resume a gestão por competências em três passos: a) identificar as competências de que uma função precisa; b) identificar as competências que o colaborador possui; c) fazer o cruzamento das informações apuradas nos passos anteriores identificando os *gaps* de treinamento, qualificação e assim, poder traçar um plano de desenvolvimento específico para o colaborador (LEME, 2012).

Segundo Zarifian (2001), o novo modelo e as novas práticas de gestão surgiram da necessidade de aumentar a capacidade dos profissionais no entendimento e resolução de problemas circunstanciais, transformando as ações em resultados produtivos para a organização.

A competência não é algo estático, ela é desenvolvida diariamente e, assim, vamos nos tornando competentes à medida que se amplia a construção da própria experiência da pessoa por meio constante da absorção de conhecimentos e aprendizado de forma continuada. (ŠKRINJARIĆ; DOMADENIK, 2019).

Outra definição importante a ser citada é que “competências representam combinações sinérgicas de conhecimentos, habilidades e atitudes, expressas pelo desempenho profissional, dentro de determinado contexto ou estratégia organizacional” (DURAND, 2000; NISEMBAUM, 2000).

A sinergia entre gestão por competências e a estratégia da organização se faz necessária para nortear todas as ações para captação e desenvolvimento das competências necessárias ao alcance dos resultados almejados pela organização (BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001).

A gestão por competências além de ser “uma ferramenta que veio para auxiliar as empresas a enxergarem o que ela precisa buscar e treinar em seus colaboradores”, afirma Leme (2012, p.8), proporciona a valorização do capital humano agregando valor nas organizações.

Segundo Cuesta (2001), a gestão de competências na empresa implica maior integração entre estratégia, sistema de trabalho e cultura organizacional, ao lado de maior conhecimento das potencialidades das pessoas e de seu desenvolvimento.

Esse conceito almeja o incremento da produtividade do trabalho ou do rendimento ou o aumento do bom desempenho, e se relaciona principalmente com atividades-chave, como formação, avaliação do potencial humano, seleção de pessoal e compensação no trabalho.

É de grande importância estratégica para as empresas reconhecerem a necessidade iminente da atividade de formação contínua de seus recursos humanos na organização, procurando também que seja assimilado o conceito de organização que aprende.

Dado este cenário, ressalta-se que as competências devem ser consideradas como um elo entre as condutas ou os desempenhos individuais com a estratégia da organização e o sistema de trabalho adotado, conforme afirmam Hammel e Prahalad (1994). Sendo assim, as competências, no sentido em que vêm sendo abordadas deverão ser desenvolvidas em todos os funcionários, todavia, é prioritário desenvolvê-las nos dirigentes, que deverão assumir o papel de formadores de seus subordinados, principalmente no que concerne à formação de equipes, promovendo o *coaching* ou treinamento e direção, como se fosse uma equipe esportiva (CUESTA; 2003).

Gerir as competências das pessoas será, na era digital, um fator determinante para a realização de negócios à velocidade do pensamento. Segundo defende Gates (1999, p. 3):

Você saberá que construiu um excelente 'sistema nervoso digital' quando a informação circular pela organização com a mesma rapidez e naturalidade com as quais o ser humano faz circular seu pensamento, e quando a tecnologia servir para reunir e coordenar equipes de pessoas com a mesma facilidade com que você explica qualquer questão a um indivíduo. Isso é fazer negócio à velocidade do pensamento.

O perfil do profissional contemporâneo envolve uma pessoa com ética, com força de vontade, tendo uma missão, visão e valores profissionais e pessoais; sendo este profissional comprometido com a eficiência e eficácia de todos os processos produtivos. Ter sabedoria, atitude e saber se colocar no lugar do outro (empatia) também serão grandes diferenciais; pois, a flexibilidade em saber lidar e em ter uma boa convivência com as pessoas e com os robôs da indústria 4.0 tornam-se fundamentais, conforme afirma (SCHWAB, 2016).

Neste sentido, a empregabilidade está relacionada à capacidade de manter um perfil adequado para as exigências e necessidades da indústria 4.0. Importante estar acessível para que as modificações ocorram, ter a competência profissional exigida e necessária para a empregabilidade do futuro, dependerá de inúmeros fatores, mas todos direcionados à formação de competências. E sabemos que as competências assumem características interligadas e vitais para o sucesso de todos os processos produtivos.

O perfil profissional atual vai além das competências tradicionais e incorpora novas características exigidas pela indústria 4.0. Isso significa que os profissionais precisam se dedicar ao aprendizado contínuo e ao aprimoramento de suas habilidades para se manterem relevantes no mercado de trabalho.

A indústria 4.0 tem um impacto significativo nas competências necessárias para os trabalhadores e, consequentemente, na produtividade das empresas. Segundo Autor e Price (2019), a implementação de tecnologias avançadas requer novas habilidades e competências dos funcionários, e o desenvolvimento dessas competências é essencial para garantir uma transição suave para a indústria 4.0 e maximizar a produtividade.

Os autores concluem que embora a IA tenha o potencial de melhorar a produtividade, é importante ter expectativas realistas e levar em consideração os desafios e a complexidade da implementação da tecnologia.

Uma das competências essenciais é a alfabetização digital, que envolve o conhecimento e a compreensão das tecnologias digitais, como a capacidade de usar dispositivos eletrônicos, navegar na internet, utilizar softwares e entender conceitos básicos de programação. A alfabetização digital permite que os trabalhadores tirem o máximo proveito das tecnologias da indústria 4.0 e realizem suas tarefas de maneira eficiente.

Além disso, as competências técnicas estão se tornando cada vez mais importantes. Isso inclui conhecimentos específicos em áreas como inteligência artificial, análise de dados, automação e robótica. Os trabalhadores precisam estar familiarizados com essas tecnologias e ser capazes de aplicá-las em seu trabalho diário. O aprendizado contínuo e o desenvolvimento de habilidades técnicas são fundamentais para manter a produtividade e acompanhar as demandas da indústria 4.0 em constante evolução, afirma (MARCHETTI; TURRINI, 2018)

No entanto, as competências não se limitam apenas ao aspecto técnico. Competências sociais e emocionais, como a capacidade de trabalhar em equipe, adaptabilidade, resolução de problemas e pensamento crítico, são igualmente importantes. A indústria 4.0 promove um ambiente de trabalho mais colaborativo e interdisciplinar, onde os trabalhadores precisam se comunicar, colaborar e resolver problemas complexos juntos. A falta dessas competências pode prejudicar a produtividade, pois dificulta a interação efetiva entre os membros da equipe e a resolução eficiente de desafios. Peluso e Schmid (2020) destacam a importância da gestão de recursos humanos (RH) e da formulação de políticas no contexto da inteligência artificial (IA) no local de trabalho. Enfatiza a necessidade de uma abordagem estratégica e orientada para o futuro na implementação da IA, levando em consideração as necessidades dos funcionários e o equilíbrio adequado entre automação e habilidades humanas exclusivas.

Para garantir que os trabalhadores tenham as competências necessárias, as empresas devem investir em programas de treinamento e desenvolvimento. Isso pode incluir cursos formais, programas de aprendizado online, treinamento no local de trabalho e parcerias com instituições educacionais. Além disso, é importante criar uma cultura de aprendizado contínuo,

onde os funcionários se sintam incentivados a buscar o desenvolvimento de suas competências e sejam recompensados pelo aprendizado e pela aplicação bem-sucedida dessas habilidades.

Segundo Staudigel, Bär e Schrade (2021) A indústria 4.0 está mudando as competências necessárias para os trabalhadores e a produtividade das empresas. O desenvolvimento de competências técnicas, digitais e sociais/emocionais é essencial para maximizar a produtividade e enfrentar os desafios e oportunidades trazidos pela indústria 4.0. As empresas devem investir em programas de treinamento e desenvolvimento, além de criar uma cultura de aprendizado contínuo, a fim de garantir que seus funcionários estejam preparados para enfrentar os requisitos da indústria 4.0 de forma eficaz e produtiva.

Dada toda contextualização acima, a I4.0 traz mudanças significativas na gestão de pessoas, competências e conhecimento, tornando-se um conceito importante a ser investigado.

2.3.3 Engajamento e produtividade

A introdução da indústria 4.0 nas empresas pode ter efeitos tanto positivos quanto desafiadores para os trabalhadores. Por um lado, a automação de tarefas repetitivas e de baixo valor agregado permite que os funcionários se concentrem em atividades mais complexas e estratégicas, estimulando seu envolvimento e contribuição intelectual. Além disso, a utilização de tecnologias avançadas pode melhorar as condições de trabalho, proporcionando ambientes mais seguros e saudáveis. A automação pode levar à redução de postos de trabalho tradicionais, o que pode gerar ansiedade e insatisfação entre os funcionários. Além disso, a implementação de tecnologias complexas pode exigir que os trabalhadores adquiram novas habilidades e competências, e a falta de treinamento adequado pode gerar frustração e desmotivação (HERIGSTAD et al., 2009).

No entanto, é importante ressaltar que o impacto da indústria 4.0 na satisfação e no engajamento dos trabalhadores depende da forma como as organizações gerenciam essa transição. As empresas que adotam uma abordagem orientada para o desenvolvimento humano tendem a obter melhores resultados. Funcionários satisfeitos tendem a ser mais produtivos, engajados e comprometidos com o sucesso da organização. Eles são mais propensos a colaborar, inovar e oferecer sugestões para melhorias. (TEIXEIRA; SANTOS, 2019). Por outro lado, trabalhadores insatisfeitos podem apresentar baixa produtividade, absenteísmo e rotatividade elevados, o que pode prejudicar a eficiência e a qualidade do trabalho.

De acordo com o estudo apresentado por Hölzle, Franke e Hohmann (2020), que aborda o impacto da digitalização no engajamento dos funcionários, algumas medidas podem ser

implementadas para promover a satisfação e o engajamento dos trabalhadores na era da indústria 4.0. Por exemplo, oferecer programas de capacitação e reciclagem profissional pode ajudar os funcionários a adquirir as habilidades necessárias para se adaptarem às novas demandas tecnológicas. Além disso, promover uma cultura de aprendizado contínuo e de colaboração pode encorajar os trabalhadores a se sentirem valorizados e engajados. Outra estratégia é envolver os funcionários na implementação e no desenvolvimento das tecnologias 4.0, incentivando a participação ativa e o compartilhamento de ideias.

Wang e Liu (2020) examinam o efeito da transformação digital no bem-estar dos funcionários no contexto da Indústria 4.0, destacando que a transformação digital tem um impacto significativo no bem-estar dos funcionários. Por um lado, a digitalização pode melhorar o acesso a recursos e informações, aumentar a eficiência e a flexibilidade no trabalho, resultando em um melhor bem-estar. Por outro lado, a digitalização também pode levar a uma carga de trabalho excessiva, a demandas constantes e à perda de controle sobre o tempo de trabalho, o que pode prejudicar o bem-estar dos funcionários. Os resultados apresentados no Quadro 3 abaixo, ressaltam a importância de abordar os aspectos positivos e negativos da transformação digital para promover um ambiente de trabalho saudável e melhorar o bem-estar dos funcionários na era da Indústria 4.0.

Quadro 3 - Resultados da I4.0 no ambiente de trabalho

Empresa	Exemplo
Bosch	A empresa alemã Bosch implementou a indústria 4.0 em suas fábricas, introduzindo robôs colaborativos e sistemas inteligentes de monitoramento. Isso permitiu que os trabalhadores se concentrassem em tarefas mais complexas e significativas, aumentando sua satisfação e engajamento. Além disso, a empresa investiu em programas de treinamento para capacitar os funcionários a trabalhar com as novas tecnologias (BOSCH, 2021). O resultado foi um aumento significativo na produtividade, estimada em 10% a 12% (BOSCH, 2023).
BMW	A fabricante de automóveis BMW adotou a indústria 4.0 em suas fábricas, implementando robôs autônomos e sistemas de análise de dados em tempo real. Os trabalhadores foram envolvidos no processo de implementação e receberam treinamento para operar as novas tecnologias (BMW, 2022). Como resultado, a satisfação dos funcionários aumentou, uma vez que tarefas repetitivas e monótonas foram automatizadas, permitindo que eles se concentrassem em atividades mais desafiadoras (BMW, 2022).
Siemens	Siemens: A Siemens, empresa alemã de tecnologia, adotou a indústria 4.0 em suas fábricas e implementou a Internet das Coisas (IoT) e análise de dados em tempo real. Os trabalhadores foram capacitados para monitorar e controlar os processos por meio de dispositivos conectados. Isso melhorou a eficiência e a produtividade, permitindo a identificação precoce de problemas e a tomada de decisões mais informadas. Os funcionários também se sentiram mais engajados, uma vez que foram envolvidos nas decisões relacionadas à implementação da indústria 4.0 (SIEMENS, 2023).

Fonte: Autora

Esses exemplos reais demonstram como a indústria 4.0 pode impactar positivamente a satisfação, o engajamento dos trabalhadores e a produtividade da empresa. Ao adotar tecnologias avançadas, investir em treinamento e envolver os funcionários no processo de implementação, as empresas podem colher os benefícios da indústria 4.0, melhorando a satisfação dos trabalhadores e impulsionando a produtividade organizacional.

2.3.4 Mapeamento das competências

Embora o comportamento humano tenha sido estudado intensamente nos campos da psicologia, antropologia e sociologia e os fatores comportamentais tenham se tornado parte integrante da pesquisa econômica, muito pouca pesquisa foi realmente feita nos campos da produção, fabricação entre outros, particularmente em ambientes de fabricação inteligentes, conforme destacam Bendul e Knollmann (2016).

O mapeamento de competências é fundamental para elevar o nível de desempenho desejado tanto para equipes, quanto para as organizações. Para se adaptar ao novo momento tecnológico e os dilemas da implementação da I4.0, é de suma importância o levantamento das competências necessárias para o profissional do futuro, tendo em vista que as pessoas são a base e chave para competitividade e perpetuação dos negócios.

Para fortalecer o entendimento, são introduzidos sistemas de apoio à decisão baseados em IA para apoiar o ser humano na tomada de decisões e aliviar o trabalhador de tarefas repetitivas. Mesmo os sistemas tradicionais de apoio à decisão em constante evolução e a integração aprimorada de algoritmos de IA se transformando cada vez mais em sistemas inteligentes de apoio à decisão, as decisões humanas ainda são necessárias na avaliação e na decisão final de ação das opções propostas a partir do sistema de apoio à decisão, conforme defendem Wren, Mora et al.(2009).

Isto posto, a menos que o ser humano como tomador de decisão continue sendo importante, as atividades de apoio por meio de sistemas de apoio à decisão estão evoluindo. Como o comportamento humano e a tomada de decisão desempenham um papel crucial para a eficácia e o resultado da implementação de sistemas ciber físicos e das tecnologias correspondentes, é importante compreender e investigar o processo de tomada de decisão humana, segundo relato de Frazzon e Broda (2020).

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este capítulo apresenta o contexto de estudo, onde descreve o setor aeronáutico. Também apresenta-se as etapas metodológicas seguidas entre a revisão teórica e a etapa empírica da pesquisa.

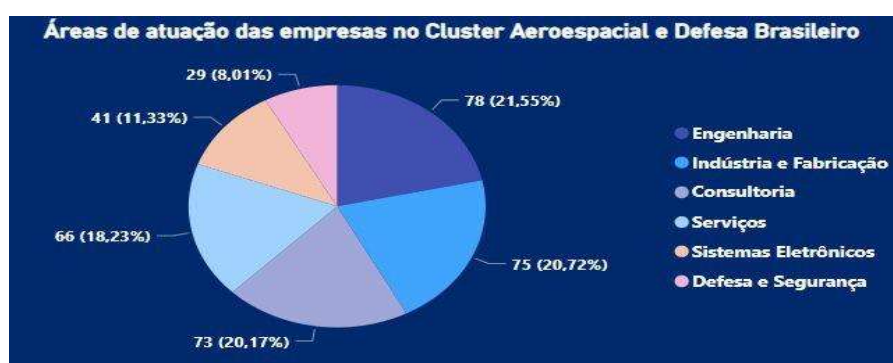
3.1 CONTEXTO DE ESTUDO

A ascensão proeminente da Embraer no setor aeroespacial global, acompanhada do desenvolvimento abrangente de infraestrutura de fornecimento e logística para sustentar seu progresso, ocorreu concomitantemente com o estabelecimento de um Arranjo Produtivo Local (APL) em torno da empresa. No entanto, em contraste com práticas internacionais, esse APL permaneceu majoritariamente focado no mercado interno brasileiro, deixando de explorar oportunidades em mercados estrangeiros, apesar de uma demanda crescente no cenário global que poderia ter sido aproveitada.

Um exemplo ilustrativo desse contexto é o notável Parque Tecnológico de São José dos Campos, pioneiro no Estado de São Paulo. Ele foi o primeiro parque tecnológico a ser estabelecido no território paulista, com a missão de desempenhar um papel central no avanço da região e do país como um todo, atuando como um facilitador crucial para a geração de novas tecnologias, produtos e processos. Atualmente, o parque abriga diversos APLs em seu ecossistema, sendo o APL Aeronáutico um dos mais relevantes. Esse APL aeronáutico é reconhecido como um elemento essencial para fomentar o empreendedorismo inovador em todo o país, como confirmado por informações oficiais disponíveis em <https://pqtec.org.br/institucional/>.

Esta pesquisa foi feita com o grupo de indústria e fabricação de fornecedores da Embraer, que representa 20,72% dos fornecedores da Embraer, conforme figura 3.

Figura 3: Grupos de Fornecedores da Embraer

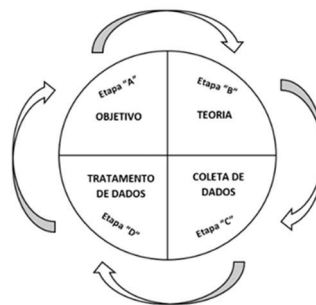


Fonte: Parque Tecnológico de São José dos Campos

3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

As etapas metodológicas do presente tem quatro etapas distintas, tal como evidenciado na representação gráfica apresentada na Figura 2 e a seguir:

Figura 4 - Etapas metodológicas



Fonte: Autora

Delineamento dos objetivos da pesquisa (Etapa A): A1. Mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro inter-relacionando-o ao contexto da I4.0; A.2 Identificar quais são as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro, no contexto da I4.0; A.3 Verificar quais são as ações de qualificação planejadas para a obtenção das competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da I4.0

Revisão de literatura (Etapa B): Levantamento e análise de artigos científicos;

Pesquisa de campo (Etapa C): C1. Aplicação de questionário de pesquisa (Tabela 5); C2. Entrevista de validação com gestores de empresas que atuam na área; C3. Emprego de técnica Delphi com especialistas do setor (Tabela YZ – perfil dos entrevistados).

Análise dos dados (Etapa D): D1. Codificação e categorização das respostas abertas; D2. Tabulação e interpretação das respostas fechadas.

3.2.1 Revisão teórica

A revisão teórica desta pesquisa se baseia nas diretrizes apresentadas pelo Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análise (PRISMA, MOHER et al, 2009). Assim, a revisão teórica seguiu as seguintes etapas: identificação, seleção e elegibilidade.

A literatura analisada foi identificada no "Scopus e Web of Science Core Collection" no período de 2017 a 2021. Na etapa de identificação, com base no tema da pesquisa, foram

selecionadas as palavras-chaves (*strings*) relacionadas a I4.0, recursos humanos e competências, conforme descrito no Quadro 4:

Após pesquisa nos bancos de dados das palavras-chaves acima, iniciou-se a etapa de seleção baseada em três critérios de seleção: o primeiro relacionado com o tipo de documento, considerando apenas os artigos e revisões; o segundo considerando categorias relacionadas com engenharia, negócios, gerenciamento e ciências sociais; e, o terceiro considerando documentos em língua inglesa.

Quadro 4 - Revisão Teórica (continua)

Plataforma	Web of Science	Scopus
Tópicos pesquisados (Identificação)	"industr* 4.0" OR "manufactur* of the future" or "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "smart* factor*" OR "digitalizat*" OR "smart* manufactur*" AND Human** OR "Competenc* OR Skill* OR Social* OR Qualific* OR Job* OR Employ* OR Work*" AND "aero* OR air*"	
Resultados de documentos	445	936
Tipo de documento (1º critério de exclusão)	Article AND Review Article	Final AND Article AND Review
Resultados de documentos	290	375
Categorias (2º critério de exclusão)	Engineering Manufacturing OR Management OR Engineering Industrial OR Business OR Aerospace OR Operations Research Management Science OR Social Science Interdisciplinary OR Education Educational Research	Engineering OR Business, Management and Accounting OR Social Science
Resultados de documentos	81	280

Quadro 4 - Revisão Teórica (conclusão)

Plataforma	Web of Science	Scopus
Idioma (3º critério de exclusão)	Inglês	Inglês
Resultados de documentos	79	261
Elegibilidade por Título e Resumo (4º critério de exclusão)	12	61 (10 comuns)
Total de documentos da revisão teórica	63	

Fonte: Autora

3.2.2 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo dividiu-se em três etapas: aplicação de questionário de pesquisa, entrevista de validação e técnica Delphi com especialistas da área.

3.2.3 Aplicação de questionário de pesquisa

Nessa etapa, um questionário foi elaborado e aplicado por meio da plataforma *Google Forms* (Apêndice A). Gestores com atuação em empresas participantes do grupo de Indústria e Fabricação (Tabela 2) foram convidados a responder questões semiestruturadas (Apêndice A).

Os 19 respondentes possuem experiência média de trabalho no segmento de atuação de 11,3 anos. Eles apresentam experiência em seus cargos de atuação que permite ter uma visão geral dos processos da empresa estudada e uma ampla visão do negócio. Na tabela 02 uma síntese do perfil profissional dos respondentes é apresentada, que representa 25,3% das empresas do Grupo Indústria e Fabricação.

Tabela 2 - Perfil dos gestores entrevistados

Gestor	área de atuação	produto da empresa	tempo de experiência na empresa atual [anos]
G1	supervisor de qualidade	usinagem	5
G2	Gerente Industrial	estamparia	3
G3	Sócio-Diretor	usinagem	14
G4	CEO	usinagem	14
G5	Gerente Industrial	usinagem	22
G6	CEO	usinagem	13
G7	Sócia	outros	17
G8	Gestor	outros	12
G9	Diretor	usinagem	45
G10	Gerente de Produção	estamparia	11
G11	Gestor Qualidade	usinagem	10
G12	Gerente	usinagem	02
G13	Gerente de Negócios	outros	03
G14	Gerente	usinagem / estamparia	09
G15	CMO	outros	02
G16	CEO	outros	04
G17	Gerente Administrativo	usinagem	12
G18	Diretora de Operações	outros	01
G19	Gerente	outros	17

Fonte: Autora

Convém notar que 52,6% dos entrevistados atuam em empresas do setor de usinagem. Quanto ao porte da empresa de atuação dos respondentes, 52,6% eram de pequeno porte. No quesito localização, 89,5% estão localizadas na região Sudeste do país.

O questionário de pesquisa foi estruturado em 9 seções temáticas, conforme abaixo:

Seção 1 - Apresentação: breve introdução do tema ao entrevistado e fornecer informações gerais da pesquisa;

Seção 2 – Conceito de Indústria 4.0: entendimento sobre o tema questionado;

Seção 3 – Implementação da Indústria 4.0: se existem casos implementados em suas empresas;

Seção 4 – Sobre os casos de implementação da Indústria 4.0: principais motivações, tecnologias, dificuldades, influência de tecnologias implantadas no ambiente de trabalho, participação dos trabalhadores na tomada de decisão da implantação;

Seção 5 – Participação dos trabalhadores na implementação: se houve ou não a participação dos trabalhadores nesse processo;

Seção 6 – Recursos Humanos: ações de (re)qualificação, competências e habilidade a serem desenvolvidas para atuarem na indústria 4.0 e as interações com o sindicato.

Seção 7 – Questões de encerramento: outros pontos relevantes para implementação da indústria 4.0, o impacto da COVID na implantação de tecnologias ou dispositivos da I 4.0, dificuldades no preenchimento do questionário e sugestões.

Seção 8 – Perguntas de perfil: informações sobre a empresa, segmento de atuação, porte, região geográfica, função e tempo de atuação na empresa;

Seção 9 – Nível de maturidade: se conhece o nível de maturidade da sua empresa em relação à implantação da Indústria 4.0, por exemplo, o do Senai - <https://www.senai40.com.br> e a indicação do nível de maturidade da sua empresa.

Destaca-se que a aplicação do questionário foi antecedida de uma fase piloto. Nela um questionário foi encaminhado a cinco gestores atuantes em empresas do setor, cujos perfis profissionais encontram-se no Apêndice A. Embora os apontamentos obtidos durante a fase piloto indicassem a ausência de problemas no preenchimento do questionário, a descrição detalhada das questões foi apresentada no apêndice A do estudo. O processo de fase piloto foi fundamental para garantir a eficácia e a validade dos questionários e instrumentos de pesquisa antes de sua aplicação em larga escala.

3.2.4 Entrevista de validação

Após a etapa de aplicação do questionário, foi realizada uma entrevista (coletiva) com cinco gestores que haviam participado da fase piloto, para validar as respostas recebidas e verificar se não havia dados faltantes ou inconsistentes.

3.2.5 Técnica Delphi

Como forma de complementar os dados coletados, fez-se uso da Técnica Delphi, a qual tem por base “a hipótese de que julgamentos intuitivos são uma fonte valiosa de percepção do futuro” (KAIRALLA, 1982, p. 12).

Optou-se pelo uso da versão convencional, ou *paper and pencil*, descrita por Linstone et al. (1975. P.5, tradução nossa) conforme abaixo:

Nessa situação uma pequena equipe de monitores delineia um questionário que é encaminhado a um grupo respondente amplo. Após a devolução dos questionários, a equipe de monitores sintetiza os resultados e, baseado nestes, desenvolve um novo questionário para o grupo respondente. Ao grupo respondente geralmente dá-se ao menos uma oportunidade para reavaliar suas respostas originais baseada no exame da resposta do grupo.

O grupo de respondentes foi formado por cinco participantes, cujos perfis encontram-se detalhados na tabela 03. Buscou-se formar um grupo diverso, composto de pessoas com experiência na área. Após a definição dos nomes, os participantes foram convidados para uma reunião de apresentação da pesquisa, na qual confirmaram seu interesse e disponibilidade de participar da etapa aqui detalhada.

Cinco questões foram elaboradas a partir dos objetivos desta pesquisa (Tabela 04) e foram encaminhadas aos respondentes no dia 09 de novembro de 2023. As respostas da primeira rodada foram sintetizadas e apresentadas aos especialistas. A partir de então uma nova rodada teve início, na qual eles tiveram a oportunidade de reavaliar suas respostas. Esse processo se repetiu mais uma vez até se chegar a um consenso em torno dos questionamentos apresentados, cuja síntese encontra-se na análise dos resultados². Os dados obtidos nesta etapa foram cruzados com os dados das etapas anteriores, destacando-se os seus pontos de convergência e divergências.

² Denominaremos doravante a terceira e última rodada de respostas de "rodada de consolidação dos dados", ou simplesmente "rodada de consolidação".

Tabela 03 - Perfil dos especialistas entrevistados

Item	Nome	Cargo	Empresa
1	E1	Psicóloga e Supervisora de Pessoas	WF Estruturas
2	E2	Engenheiro, Consultor de Processos e Pessoas	Key-X Solutions
3	E3	Diretor	Senai SP
4	E4	Diretor de Inovação	Senai SP

Fonte: Autora

Tabela 04 - Questões elaborados versus objetivo da pesquisa

Questão	Descrição da questão	Objetivos da Pesquisa
1	Quais os principais desafios trazidos pela I.40 nas práticas de gestão de pessoas?	1. Mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro inter-relacionando-o ao contexto da I4.0
2	Na sua opinião qual o nível de maturidade em relação à I.4.0 no setor?	1. Mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro inter-relacionando-o ao contexto da I4.0
3	Quais as aptidões, habilidades e competências serão necessárias para o trabalhador da I.4.0?	2 Identificar quais são as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro, no contexto da I4.0
4	Quais as ações de qualificação serão imprescindíveis para obtenção das competências necessárias aos trabalhadores do setor Aero?	3 Verificar quais são as ações de qualificação planejadas para a obtenção das competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da I4.0
5	Quais seriam os tópicos / elementos importantes a serem abordados no plano de qualificação para os trabalhadores do setor Aero?	2 Identificar quais são as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro, no contexto da I4.0

Fonte: Autora

3.2.6 Estratégias de Análise de Dados

Com o intuito de responder ao problema e aos objetivos que esta pesquisa de dissertação de mestrado se propôs, os dados coletados previamente foram analisados, por meio da análise de conteúdo categorial, que, conforme Bardin (2011), consiste no desmembramento do texto em categorias agrupadas analogicamente por se configurar na melhor alternativa quando se quer estudar valores, opiniões, atitudes e crenças, por meio através de dados qualitativos.

A criação de categorias é o principal recurso da análise de conteúdo qualitativa. A elaboração das categorias se concretizou da forma prevista por Bardin (2011), após a seleção do material e a leitura flutuante, a exploração foi realizada por meio da codificação, respeitando a temática que esta pesquisa se propõe.

Tabela 5 - Questões e Categorias analisadas

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	UNIDADES DE REGISTRO	QUESTÕES RELACIONADAS ÀS CATEGORIAS
I 4.0	CONCEITO	Entendimento geral sobre o tema.	O que você entende por Indústria 4.0 (ou I 4.0)?
	IMPLEMENTAÇÃO	Principais motivações.	Há caso(s) de tecnologia da Indústria 4.0 implementado(s) na sua empresa? O que levou a empresa a implementar a(s) tecnologia(s) da I4.0? Qual(is) tecnologia(s) foi(ram) implementada(s)?
		Principais dificuldades.	Quais dificuldades sua empresa enfrentou durante a implementação desta(s) tecnologia(s)?
		Perspectiva de Futuro	Como estas tecnologias afetaram ou afetarão os postos de trabalho?
		Estratégia frente a implementação das tecnologias.	Como a empresa lidou com a implementação destas tecnologias?
	TOMADA DE DECISÃO	Nível de tomada de decisão pelo trabalhador na produção	Como isso influenciou ou influenciará no nível de participação do trabalhador na tomada de decisão na produção? Os trabalhadores e seus representantes participam das decisões relativas a esta(s) implementação(ões)? Se sim, como eles participam/ participaram?
		Nível de autonomia pelo trabalhador na produção	Como isso influenciou ou influenciará na autonomia do trabalhador na produção?
	NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA	Resultado do modelo de avaliação proposto pela plataforma do Senai.	Você conhece o nível de maturidade da sua empresa em relação à implantação da Indústria 4.0? Indique o nível de maturidade da sua empresa
RECURSOS HUMANOS	AÇÕES (RE)QUALIFICAÇÃO	Ações realizadas.	Quais ações de (re)qualificação o RH da empresa está considerando para os trabalhadores?
	COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	Quais devem ser desenvolvidas.	Que competências/ habilidades devem ser desenvolvidas nos trabalhadores para atuarem na Indústria 4.0?
IMPACTOS	RECURSOS DISPONÍVEIS	Quais recursos necessários?	Que outros pontos você considera relevantes para a implementação da Indústria 4.0?
	COVID	Quais impactos sofridos ?	A COVID impactou a implantação de tecnologias ou dispositivos da Indústria 4.0 na sua organização?

Fonte: Autora

Após a análise dos dados, foram interpretados os resultados e estabelecidas suas relações com os objetivos da pesquisa. Foram identificadas tendências, padrões e *insights* relevantes que contribuíram para as conclusões do estudo.

4 RESULTADOS

Este capítulo, apresenta a discussão dos resultados obtidos no questionário aplicado, considerando os dados coletados, que permitiram o refinamento dos tópicos teóricos abordados e também a etapa do método Delphi.

4.1 ANÁLISE GOOGLE FORMS

A discussão, a seguir, segue conforme análise dos resultados do questionário (Apêndice A). Os gestores entrevistados foram submetidos às mesmas perguntas. Seguem as respostas obtidas e sua discussão.

Observa-se nas respostas um entendimento relacionado a interconectividade, automação, digitalização, competitividade, redesenho de processos, pessoas e maior desempenho produtivo. Além dos sistemas autônomos, por meio de uma ampla coleta de dados, combinado com a interação humana, seja analisando e controlando o processo.

Quando indagados sobre *“como isso influenciou ou influenciará no nível de participação do trabalhador na tomada de decisão na produção?”*, os gestores destacaram que a expectativa era de reduzir o tempo de interpretação da atividade solicitada, simplificando e otimizando os procedimentos/atividades de nível operacional, gerando mais autonomia, mais qualidade e o aumento natural da produtividade. Tal relato leva à conclusão de que a gestão de pessoas e seu desenvolvimento é de suma importância nesse processo para gerar confiabilidade e padrão das informações e na resolução dos problemas.

... com isso reduzir as falhas, conscientização das equipes para que as tomadas de decisões, incentivo no compartilhamento de ideias, sugestões e evolução do negócio pelos canais de comunicação de cada organização com a implantação das tecnologias oriundas da I4.0;

Entendo que a condição de "trabalhador" esteja associada às figuras do empresário ou o tomador de decisões nas empresas. Neste caso, a oferta de dados e cadeias produtivas mais integradas propiciam decisões mais assertivas e rápidas. Além disso, o emprego de tecnologias "novas" as quais são gestadas sob conceitos de desenvolvimento integrado e operando com protocolos comuns de comunicação, tornam diagnósticos e manutenções mais ágeis, assim como, alterações de layout para aumento de capacidade;

Na nossa experiência a influência é muito positiva e motivadora, toda equipe envolvida fica ansiosa conforme vamos evoluindo com as etapas de implantação dos

hardwares e softwares;

Grande influência na decisão do que e quando produzir um determinado item.

Destaca-se elementos relevantes na definição dos gestores, como utilização da I4.0 como fator estratégico e competitividade aliado com o fator humano para a obtenção de resultados para as organizações, conforme relatos de alguns gestores entrevistados.

Máquinas, equipamentos e processos mais interconectados, automáticos e que se utilizam de internet e comunicação virtual, conforme relato do G1;

Indústria 4.0 é a otimização e automatização de dados para obter informações mais ágeis, acelerando os processos e trazendo mais produtividade. Deixando toda informação necessária ao alcance de quem precisa e com maior desempenho, dedicando esforços na execução para eliminar falhas por desatenção ou má operação, conforme relato do G2;

Indústria que busca aumentar a eficiência de suas áreas estratégicas, implementando interações entre máquinas, sistemas, pessoas, automação, coleta de dados, digitalização, etc, conforme relato do G3;

Entendendo como a indústria é capaz de obter informações ao longo de seu processo produtivo de maneira a interferir ou regular o mesmo para que opere buscando a máxima eficiência. Além de sistemas autônomos, pode se dar através de um amplo meio de coleta de dados, combinado com a interação humana seja analisando os dados, seja atuando no processo, conforme relato do G5;

Indústria 4.0 é uma ideologia que visa a fabricação de produtos altamente personalizáveis como os da produção artesanal, porém com baixos custos como os da produção em massa eliminando todos os desperdícios e trabalhando de forma autônoma sem a intervenção humana, de ponta a ponta (desde o pedido do cliente até a embalagem e despacho da mercadoria). Os meios para isso acontecer ainda estão sendo estudados e desenvolvidos, conforme relato do G6;

Uma Indústria inteligente e conectada, conforme relato do G7;

Emprego de tecnologias, em sua maioria, conectadas e a adaptação de processos correlatos, aumentando o nível de automação a integração da cadeia produtiva. Por conseguinte, abrindo portas à maior capacidade de controlar a qualidade e aumentar a produtividade, conforme relato do G8;

Quarta revolução industrial, baseada na informação, com conectividade do chão de fábrica e gestão, coletando dados máquinas e equipamentos e do planejamento produção, gerando evolução tecnológica, produtividade e

competitividade, conforme relato do G9;

Na minha visão a Indústria 4.0 , engloba uma aplicação de sistemas de tecnologias com ganhos de melhorias nos processos de produção mudando a forma de fazer as coisas tendo ganho de produtividade e redesenho nos seus processos, conforme relato do G10;

Uso de automação, troca de dados, Internet das Coisas e Computação em Nuvem, conforme relato do G11;

A Indústria 4.0 une um amplo sistema de tecnologias avançadas como Inteligência Artificial, robótica, Internet das Coisas e computação em nuvem que estão mudando as formas de produção e os modelos de negócios no Brasil e no mundo, conforme relato do G12;

É um conceito de desenhar os processos de produção ou serviços com base na automação digital, facilitando assim a leitura de indicadores, corrigindo e ajustando procedimentos que resultarão em um aumento de produtividade, conforme relato do G14.

Em relação às *tecnologias implementadas nas empresa pesquisadas*, os relatos evidenciam aplicações específicas relacionadas a *poka-yokes*, sistema de controle produtivo conectados com o cliente, programações em máquinas, digitalização de processos, monitoramento online da produção, coleta e estratificação de dados, tecnologias voltadas para interfaces da produção; ambiente de simulação virtual de máquinas, monitoramento de OEE³ nos equipamentos, robôs de soldagem, paperless, automação e computação em nuvem, o que mostra a maturidade dessas empresas com o tema I4.0. Observa-se que se tratam de aplicações específicas.

Os gestores indicaram *casos de tecnologia da Indústria 4.0 implementado(s) nas suas empresas, com exceção dos gestores G1 e o G12.*

Na questão “*o que levou a empresa a implementar a(s) tecnologia(s) da I4.0?*”, os gestores apresentaram os seguintes motivos:

Os gestores G4 e G5 mencionam que: a busca pela inovação, a fim de se destacar no mercado de atuação, otimizando o uso da capacidade instalada, além da obtenção e desenvolvimento por tecnologias da indústria 4.0 como necessidade iminente de continuar competitivos no mercado;

O gestor G8 menciona: Menor exposição à riscos de acidentes, redução de

³ OEE - significa "Overall Equipment Effectiveness", que pode ser traduzido para Eficácia Geral dos Equipamentos. É utilizado para medir e representar a realidade operacional do chão de fábrica.

custos de não qualidade e melhora de métodos de produção;

Foco na melhoria contínua, redução de custos produção, diminuição dos desperdícios e tempos indiretos, buscando transformar essas perdas em horas produtivas é a menção do gestor G9;

E o gestor G13 menciona: Sobrevivência.

Entre os principais desafios *enfrentados durante a implementação das tecnologias* pelos gestores, há forte menção a Recursos Humanos, principalmente no que tange a retenção de mão de obra e questões comportamentais como engajamento das equipes, pois toda cultura organizacional leva tempo para sua maturidade.

Adaptação às novas informações e desenvolvimento de novos conhecimentos;

Falta de recursos financeiros para investir nos projetos e capital humano competente para conduzir projetos;

Falta de mão de obra qualificada para implantar os equipamentos;

Dificuldades no momento de implementação por conta do choque cultural, havendo a necessidade de mudanças de paradigmas para desmistificação sobre o tema.;

A conscientização das pessoas que implementar o processo para uma empresa de consultoria faria diferença no valor percebido e na nossa rotina de trabalho;

Posso afirmar que dois desafios típicos pairam sobre questões como esta: 1. Capacidade de investimento; 2. Adaptação/ integração de processos (roteiros, layout, sistemas internos e externos e capacitação);

A dificuldade maior está na capacidade de direcionamento de profissionais capacitados nas etapas preliminares de levantamentos, implantação e ajustes iniciais, mesmo direcionando internamente uma célula protótipo, acaba-se confrontando com os compromissos das atividades operacionais, além dos custos envolvidos;

Redesenhar o sistema não tendo pessoas específicas para liderar a mudança;

Custos da implantação, falta de mão de obra qualificada e falta de infraestrutura como por exemplo internet rápida.

Sobre *como as tecnologias impactam os postos de trabalho*”, as respostas foram positivas sobre o tema proposto e nos permitem destacar intenções e tendências dos gestores em obter oportunidades para o futuro em relação à:

Redução de Set-ups, aumentando a produtividade, aumento da eficiência da empresa para aumentar os postos de trabalho, necessidade de monitoramento e disciplina na

execução das rotinas que complementam o uso das tecnologias instaladas, até porque alguns postos de trabalhos irão deixar de existir e outros irão surgir, isso demonstra desenvolvimento;

Melhor produtividade e integração com a equipe e cliente, resultando em novas oportunidades de trabalho dentro do mesmo cliente;

Positivamente, sem dúvida. A mão de obra tenderá a adaptar-se, assim como, novas profissões surgiram. A velocidade com que isso ocorre é proporcional aos estímulos à indústria e à formação profissional. Portanto passa pela definição de políticas públicas que normalmente tardam a se efetivar;

Vejo uma melhora e uma grande oportunidade para o aumento da capacitação e no crescimento do profissional , pois leva a ter mais foco no aprimoramento, das qualificações, com o espaço de tempo operacional que acabará se abrindo no dia a dia nos postos de trabalho;

Alteração do perfil da qualificação dos empregados e redução da necessidade de mão de obra direta;

Upgrade na formação das pessoas, melhora do ambiente de trabalho, valorização do profissional;

Penso que será uma transferência para processos mais eficazes, onde teremos a necessidade de proficiência em áreas mais específicas. Em alguns casos postos de operação serão eliminados , mas em outros o ganho estará na produtividade desse mesmo operador.

Em relação ao nível de autonomia do *trabalhador na produção*, os gestores apontaram ser pouca, mas mencionaram avanço na menor exposição a erros a partir da definição da delimitação da atuação humana, padronização que ajudasse na tomada de decisões e o planejamento estruturado do processo, com a implementação.

Alguém terá que dizer o que, como, de que maneira, com qual frequência máquinas e demais tecnologias deverão atuar", além disso, pessoas continuarão mantendo estas complexas estruturas integradas em bom funcionamento. Portanto a autonomia, como faculdade do trabalhador em executar seu serviço permanecerá, abrindo portas a outras possibilidades e profissões;

Amplia a autonomia e a capacidade de decisão do trabalhador , pois ele tem maior confiança e conhecimento na interpretação de todos os dados recebidos;

Com processos mais robustos e assertivos, a padronização poderá dar mais autonomia ou eliminar completamente. Caso a caso.

Os gestores foram questionados sobre “*como a empresa lidou com a implementação destas tecnologias?*”. Em suas respostas, apontaram que foram aplicados treinamentos,

realizados investimentos, além da aplicação de campanhas de conscientização sobre o tema e sua importância. Um fato que chama a atenção é o empenho dessas empresas frente a esse desafio no que diz respeito aos seus colaboradores, inclusive na manutenção periódica dos treinamentos.

A empresa fez campanhas de divulgação, na intenção de que todos se envolvessem, soubessem dos objetivos. Envolvermos a equipe e fizemos um trabalho para a conscientização de que cada implementação se fazia necessária é de fundamental importância para a manutenção da competitividade do negócio e empregos;

É um trabalho de perseverança e de continuidade, realmente no conceito Kaizen, a cada ponto atingido abre se caminho para o próximo passo;

Com mais participação das pessoas durante o processo de mudança.

Referente às questões “os trabalhadores e seus representantes participam das decisões relativas a esta(s) implementação(ões)?” e “como eles participam/ participaram?”, os gestores responderam positivamente. As respostas apontaram que os colaboradores auxiliam na solução de problemas e definição de priorização das ações planejadas. Tais respostas mostraram a importância das interações humanas e suas competências no processo decisório dentro das organizações. Alguns gestores citaram, de forma categórica que:

... além de capacidade técnica, escolheu pessoas com capacidade de promover internamente e externamente sua empresa em visitas e benchmarking;

Inicialmente após apresentarmos os planos do projeto, buscamos o envolvimento e o engajamento da nossa equipe incluindo o chão de fábrica para ajudar nas análises preliminares, pontos a incluir ou a crescer. e assim seguimos nas etapas subsequentes;

Projetos de melhoria (e.x. Kaizen) e ações de desdobramento do planejamento estratégico são as principais;

Dando sugestões e ajudando no redesenho do processo.

Ao serem questionados sobre a área de recursos humanos e “quais ações de (re)qualificação o RH da empresa está considerando para os trabalhadores?”, os gestores entrevistados apontaram a execução de programas de treinamentos mensais, semestrais e anuais, através de matrizes de competências com planejamento de treinamentos de qualificação relacionados a Indústria 4.0 aos trabalhadores de acordo com a exigência e características de cada função. Um fator de destaque mencionado é a importância com o processo de retenção de

peessoas e formas de retenção para dar continuidade nos projetos das empresas. Mais uma vez destaca-se o comprometimento dessas organizações com foco em pessoas.

Treinamentos , qualificações, entendimentos voltados ao tema 4.0 e inclusive etapas de mentorias aplicadas aos gestores , lideranças que na sequência serão os multiplicadores da cultura e do conceito;

Qualificação em áreas como tecnologia da informação, mecatrônica, internet das coisas, automação e troca de dados.

Indagados na questão “*que competências/ habilidades devem ser desenvolvidas nos trabalhadores para atuarem na Indústria 4.0*”?, as respostas dos gestores, mais uma vez, atestam a relevância do tema proposto nesta pesquisa voltada à gestão de pessoas, à categorização de competências essenciais aos trabalhadores e suas habilidades. Tal percepção foi possível devido à visão holística do negócio, a partir da função que cada gestor ocupa na organização.

Obtenção de conhecimento em automação, boa comunicação, informática, manutenção preditiva, lean manufacture (redução de desperdício);

Skill como capacidade analítica, adaptabilidade, engajamento, senso comum e propósito;

Conhecimento técnico como por exemplo informática, que o conhecimento é básico para o mercado, porém para a I4.0 é necessário ter conhecimento em outras ferramentas inteligentes (power BI) para conseguir extrair e interpretar os dados;

Capacidade analítica, habilidades de programação e fundamentalmente o olhar para melhoria contínua e a segurança do trabalhador;

Conhecimento e confiança na evolução que vivemos, trabalho em equipe e direcionamento para o aperfeiçoamento e aprendizado contínuo;

Habilidades técnicas voltada para a inteligência do negócio e habilidades emocionais Soft skills voltada para cultura da empresa .Ex : Saber ouvir as pessoas; Ter facilidade para expressar ideias; Ter uma atitude positiva em relação aos desafios; Empatizar com os sentimentos dos outros; Ter pensamento crítico com foco em buscar soluções; Ter inteligência emocional para lidar com frustrações;

Flexibilidade, visão sistêmica, formação multidisciplinar e capacidade de trabalhar em equipe.

Em relação às interações com o sindicato, todos os gestores foram unânimes em relatar que não houve envolvimento.

Foi solicitado aos entrevistados para mencionar quais “*outros pontos consideram*

relevantes para a implementação da Indústria 4.0” e pela análise das respostas foi possível perceber que os principais fatores são os recursos para compra de equipamentos, treinamento e qualificação de pessoal, mudança de cultura e incentivos fiscais, pois é muito importante onde comprar e de quem comprar. Um dos gestores compartilhou seu case que recebeu da Desenvolve SP para incentivar a implementação do programa da I4.0 em sua empresa.

A indústria 4.0 é uma mudança cultural e abertura para coletarmos dados e interpretá-los em tempo real e não necessariamente somente o olhar para as máquinas e equipamentos de última geração;

Acredito que o ponto principal é a mudança de mentalidade de que o investimento em tecnologia é um mero gasto quando na verdade, como eu disse, é um investimento;

O desenvolvimento de equipes maduras e com "mindSet" de busca de melhoria de processos com esse conceito.

Tal análise revelou que os recursos financeiros e a qualificação de mão de obra são necessários para toda transformação desejada na implantação efetiva da I4.0 e proporciona um campo a ser explorado em pesquisas futuras.

Os gestores mencionaram o impacto negativo, principalmente em treinamentos práticos e implementação, quando questionados sobre “*os impactos causados pela COVID na implantação de tecnologias ou dispositivos da I4.0 na sua organização*”. Ainda enfatizaram que, embora muitas empresas neste período mudaram seu modelo de negócio e “*se deram bem*”, não é o caso para a indústria de manufatura.

Sim, principalmente no ano de 2020, onde todas nossas empresas foram fortemente impactadas com os reflexos da pandemia na produção e nos resultados;

Sim. Queda de vendas, menos faturamento, corte de capex para novas implementações.

4.2 ANÁLISE DELPHI

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação da técnica Delphi. As sínteses das respostas serão apresentadas nas tabelas abaixo, seguida da opinião dos especialistas durante a *rodada de consolidação dos dados*.

De forma geral, foram identificados os seguintes pontos:

- 1 - Desafios trazidos pela I.4.0 nas práticas de gestão de pessoas;
- 2 - Nível de maturidade em relação à I.4.0 no setor;
- 3 - Aptidões, habilidades e competências necessárias para o trabalhador da I.4.0;
- 4 - As ações de qualificação imprescindíveis para obtenção das competências requeridas no setor;
- 5 - Elementos a serem abordados no plano de qualificação para os trabalhadores do setor.

A figura 5 resume os principais desafios que a I4.0 impõe às práticas de gestão de pessoas, segundo os especialistas consultados.

Figura 5 - Desafio da I4.0 nas práticas de gestão de pessoas.

DESAFIO - 1			
Quais os principais desafios trazidos pela I.4.0 nas práticas de gestão de pessoas?			
Desafios de seleção e contratação	Desafios de treinamento e capacitação	Desafios motivacionais	Desafios culturais
a. Encontrar e selecionar mão de obra qualificada; b. Promover novas formas de contratação de mão de obra qualificada; c. Reter talentos; d. Turnover; e. Formação de banco de talentos contínuo e atualizado.	a. Capacitação de mão de obra a fim de que esta seja capaz de interagir eficazmente com os sistemas automatizados e de realizar a manutenção de equipamentos complexos; b. Desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como adaptabilidade, criatividade e inteligência emocional; c. Cuidar do clima organizacional; d. Capacitação de líderes; e. Produção X Aprendizado; f. Tecnologia X Produtividade; g. Inovação X Cultura Interna.	a. Promover estratégias de retenção de talentos b. Equilibrar a automação e a tecnologia avançada com a gestão eficaz de gestão de pessoas c. Lidar com situações e conflitos que possam afetar a saúde mental e física dos colaboradores d. Integração dos colaboradores em um novo modelo mental e. Manter colaboradores engajados com os objetivos do negócio f. Administrar colaboradores de diferentes gerações	a. criar e manter o engajamento; b. lidar com questões geracionais; c. desenvolver uma cultura de inovação e criatividade; d. disseminar a cultura organizacional entre o time; e. novos formatos de trabalho; f. comunicação interna; g. saúde mental; h. employee Experience; i. employer Branding; j. cuidar do clima organizacional; k. humanização das Relações X Resultados.

Fonte: Autora

Na rodada de consolidação, os especialistas entrevistados destacaram que:

- i. A implementação da I4.0 nas práticas de gestão de pessoas enfrenta vários desafios:

Na seleção e contratação, há dificuldade em encontrar profissionais qualificados e em reter talentos devido à alta rotatividade, já que novas tecnologias abrem oportunidades em outros campos - (E3).

A implementação da Indústria 4.0 na gestão de pessoas enfrenta diversos desafios. Precisamos desenvolver novas competências tecnológicas entre os colaboradores e superar a resistência cultural à mudança. Além disso, é crucial gerenciar o impacto emocional das novas tecnologias para garantir que os funcionários se sintam seguros. A integração eficaz de sistemas e dados também é fundamental, exigindo uma reavaliação das infraestruturas tecnológicas. As empresas que conseguirem enfrentar

esses desafios estão bem preparadas para aproveitar os benefícios da Indústria 4.0 - (E2).

Considerando as avaliações dos especialistas, é possível concluir que, no que diz respeito à implementação da I 4.0, os principais desafios a serem enfrentados são:

1. Encontrar profissionais qualificados com as competências e habilidades necessárias (E3);
2. Desenvolver novas competências (E2);
2. Gerenciar o impacto emocional, a fim de que os funcionários sintam-se seguros com implementação da I 4.0 (E2);
3. Promover ações de qualificação. Ambas as respostas mencionam desafios na implementação da Indústria 4.0, incluindo o desenvolvimento de novas competências (E2) e a gestão da rotatividade e retenção de talentos (E3). Essas questões são cruciais para verificar as ações de qualificação planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na Indústria 4.0.

Vale destacar que, ainda segundo os especialistas, o desenvolvimento de mão de obra para utilização de nova tecnologia é algo complexo, sobretudo devido à inadequação da educação básica e superior em preparar profissionais para o mercado atual.

Existe um abismo entre a formação educacional e as exigências do mercado de trabalho, exigindo melhorias na base educacional e na adequação dos currículos universitários - (E3).

Desenvolver a mão de obra para novas tecnologias é, de fato, complexo e agravado pela inadequação da educação básica e superior em preparar profissionais para o mercado atual. Muitas instituições de ensino ainda não acompanham o ritmo das inovações tecnológicas, resultando em uma lacuna significativa entre as habilidades ensinadas e as exigidas pelas indústrias modernas. Para superar isso, é fundamental que as empresas invistam em programas de capacitação contínua e parcerias com instituições de ensino para alinhar os currículos às demandas do mercado - (E2).

Um outro ponto que merece destaque diz respeito à percepção dos funcionários em relação às mudanças implementadas.

Além disso, a automação é vista como uma ameaça aos empregos, gerando resistência, e a falta de uma cultura de inovação nas empresas impede a aceitação das novas tecnologias, com empresas nacionais enfrentando mais dificuldades do que multinacionais - (E3).

A passagem acima evidencia a necessidade de explorar como as mudanças tecnológicas estão moldando as percepções e preocupações dos colaboradores no setor aeronáutico brasileiro. Nesse sentido, como bem destacou E2 em passagem supracitada, o gerenciamento do impacto emocional causado pelas alterações advindas da implementação da I 4.0 será um grande desafio colocado aos profissionais da área de gestão de pessoas.

Faz-se importante ressaltar que a resistência à automação e a falta de uma cultura de inovação estão relacionadas ao nível de maturidade tecnológica das empresas no setor. Para a E3 as empresas nacionais enfrentam mais dificuldades do que multinacionais, indicando uma disparidade que deve ser levada em conta ao se analisar a adoção e a implementação de tecnologias da Indústria 4.0.

De forma geral, a aceitação das novas tecnologias e a superação da resistência cultural são cruciais para identificar as competências e habilidades necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da Indústria 4.0. Isso sinaliza para a importância de se explorar como as empresas estão planejando ações de qualificação para lidar com essas questões.

Com base nas avaliações dos especialistas, é possível concluir que a implementação da Indústria 4.0 (I4.0) na gestão de pessoas enfrenta uma série de desafios significativos. A implementação da Indústria 4.0 na gestão de pessoas enfrenta desafios como a dificuldade na seleção e retenção de talentos qualificados, o desenvolvimento de novas competências, e a resistência cultural e medo da automação. A inadequação da educação básica e superior agrava esses problemas, e a integração eficaz de sistemas é crucial. Empresas nacionais têm mais dificuldades devido a menor maturidade tecnológica. Para superar esses desafios, é essencial investir em capacitação contínua, estabelecer parcerias educacionais e promover uma cultura de inovação.

No que diz respeito ao nível de maturidade das empresas do setor, os especialistas destacaram o que segue abaixo sintetizado na Figura 6.

Figura 6 - Nível de maturidade em relação à I4.0 no setor.

DESAFIO - 2	
Na sua opinião qual o nível de maturidade em relação à I4.0 no setor?	
Há uma disparidade significativa em relação ao nível de maturidade da I4.0 no país	Captação de recursos financeiros para inovação
Num extremo encontramos empresas que já fazem uso de tecnologia de ponta, como a manufatura aditiva; no outro, existem aquelas que ainda não se atualizaram tecnologicamente.	A tecnologia tem cada vez mais tomado conta das empresas, ou pelo menos a necessidade dela (Tecnologia), mas por falta de recurso financeiro ou conhecimento do assunto, muitas empresas ainda não têm usufruído dessa ferramenta tão poderosa.
Embora esteja havendo investimentos em tecnologias da I4.0 nos últimos anos, o número de organizações do setor que se consideram muito preparadas para os desafios da I4.0 parece ser muito baixo.	Disponibilidade de subsídios e linhas de crédito para esse fim, bem como a facilidade ou dificuldade de conseguir isso dependendo do porte da empresa e da sua região.
Existem diferentes níveis de maturidade da Indústria 4.0. É interessante perceber o quanto o mercado fala da transformação digital e Indústria 4.0. Isso porque não é algo palpável para a maioria das empresas, está muito na teoria.	

Fonte: Autora

Ao avaliar as respostas da segunda rodada, os especialistas ratificaram a existência de uma significativa disparidade na maturidade das empresas, conforme excertos abaixo:

Empresas com origem em multinacionais tendem a ser mais avançadas tecnologicamente devido a investimentos robustos, enquanto outras ainda utilizam métodos manuais. Esta diferença afeta a preparação da mão de obra, que precisa atender tanto indústrias altamente automatizadas quanto as menos desenvolvidas - (E3).

A disparidade na maturidade em relação à Indústria 4.0 é evidente. Enquanto algumas empresas estão avançando e integrando tecnologias de ponta, muitas outras ainda estão nos estágios iniciais de adoção. Essa diferença se deve a vários fatores, incluindo recursos financeiros, infraestrutura tecnológica e a capacidade de adaptação dos colaboradores. Para reduzir essa disparidade, é crucial que haja investimentos em educação, treinamento e suporte governamental, além de parcerias estratégicas entre empresas mais e menos maduras tecnologicamente - (E2).

Ambas as respostas (E3 e E2) abordam questões cruciais que podem ser exploradas na sobre os impactos da Indústria 4.0 no setor aeronáutico brasileiro:

1. Mapeamento do contexto tecnológico atual: A resposta E3 menciona a disparidade na maturidade em relação à Indústria 4.0 entre empresas brasileiras, especialmente entre aquelas com origem em multinacionais e aquelas que ainda utilizam métodos manuais. Isso é fundamental para mapear como diferentes organizações no setor aeronáutico brasileiro estão integrando tecnologias avançadas da Indústria 4.0;

2. Identificação de competências e habilidades necessárias: Ambas as respostas destacam a necessidade de preparar a mão de obra para atender tanto às indústrias altamente automatizadas quanto às menos desenvolvidas. Isso responde diretamente ao objetivo de identificar as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da Indústria 4.0;
3. Ações de qualificação: A resposta E2 sugere que para reduzir a disparidade tecnológica, são necessários investimentos em educação, treinamento, suporte governamental e parcerias estratégicas. Essas ações são cruciais para verificar as ações de qualificação planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na Indústria 4.0.

Ainda com base nas avaliações dos especialistas, é possível concluir que existe uma significativa disparidade na maturidade tecnológica das empresas. Empresas multinacionais tendem a ser mais avançadas tecnologicamente devido aos robustos investimentos, enquanto outras ainda dependem de métodos manuais. Essa diferença impacta a preparação da mão de obra, que precisa atender tanto indústrias altamente automatizadas quanto as menos desenvolvidas. Para reduzir essa disparidade, são necessários investimentos em educação, treinamento, suporte governamental e parcerias estratégicas. Essas ações são essenciais para mapear o contexto tecnológico, identificar as competências necessárias e planejar ações de qualificação para o setor aeronáutico brasileiro no contexto da Indústria 4.0.

No tocante às aptidões, habilidades e competências necessárias para o trabalhador da I4.0, a avaliação dos especialistas encontra-se sintetizada na figura abaixo:

Figura 7 - Aptidões, habilidades e competências necessárias.

DESAFIO - 3				
Quais as aptidões, habilidades e competências serão necessárias para o trabalhador da I.4.0?				
Pensamento Analítico	Pensamento Criativo	Resiliência, Flexibilidade e Agilidade	Motivação	Curiosidade e Aprendizado Contínuo
Capacidade de interpretar e analisar dados complexos para gerar insights e tomar decisões embasadas.	Habilidade para gerar ideias inovadoras que possam melhorar processos e estratégias na indústria da aviação.	Capacidade de se adaptar rapidamente às mudanças, mantendo uma postura resiliente diante de desafios e sendo ágil na execução das tarefas, sem comprometer a qualidade do trabalho.	Ter a motivação intrínseca necessária para constantemente buscar o aprimoramento profissional e pessoal, bem como para enfrentar os desafios do ambiente de trabalho da Indústria 4.0.	Ter uma postura de aprendizado contínuo, buscando constantemente novos conhecimentos e habilidades para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas e de mercado.

Fonte: Autora

Na reunião de consolidação, os especialistas reafirmaram a importância da resiliência e da agilidade para adaptação contínua. Para eles, com a crescente quantidade de dados disponíveis, as decisões são agora ainda mais precisas e analíticas.

...percebemos que a indústria está se tornando mais analítica em relação à quantidade de informações disponíveis. Hoje em dia, extraímos muitos dados que antes não eram possíveis. No passado, as decisões eram tomadas com base em menos dados e, muitas vezes, com menor precisão - (E3).

A resiliência e a agilidade são fundamentais para a adaptação contínua na era da Indústria 4.0. Com a crescente quantidade de dados disponíveis, as decisões se tornaram mais precisas e analíticas, permitindo às empresas reagirem rapidamente às mudanças e identificarem oportunidades de melhoria. Organizações que cultivam essas habilidades estão mais bem equipadas para inovar e manter a competitividade no mercado - (E2).

As respostas E3 e E2 trazem importantes reflexões relacionadas aos objetivos específicos desta pesquisa, conforme destacado abaixo:

1. Mapeamento do contexto tecnológico: A resposta E3 destaca como a crescente quantidade de dados disponíveis está transformando a tomada de decisões na indústria, tornando-a mais analítica e precisa. Isso é crucial para mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro em relação à Indústria 4.0, evidenciando como as empresas estão utilizando dados para melhorar eficiência e competitividade;
2. Identificação de competências e habilidades necessárias: A resposta E2 menciona que a resiliência e a agilidade são fundamentais na adaptação contínua à Indústria 4.0. Isso responde diretamente ao objetivo de identificar as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da Indústria 4.0. A capacidade de reagir rapidamente às mudanças e aproveitar oportunidades de melhoria são habilidades essenciais nesse novo ambiente tecnológico;
3. Ações de qualificação: Ambas as respostas sugerem que as empresas precisam investir na capacitação de seus colaboradores para desenvolver resiliência, agilidade e habilidades analíticas. Essas ações são planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na Indústria 4.0, preparando-os para lidar com a análise de grandes volumes de dados e tomar decisões mais precisas.

Os especialistas também chamaram a atenção para a importância das competências

socioemocionais, especialmente em um ambiente de rápida transformação.

Profissionais precisam estar preparados para aprender novas tecnologias e desenvolver inteligência emocional. A educação deve se adaptar rapidamente, focando não apenas em habilidades técnicas, mas também na capacidade de enfrentar e se ajustar a mudanças frequentes, preparando assim os profissionais para o futuro dinâmico da indústria - (E3).

As competências socioemocionais são vitais em um ambiente de rápida transformação. Habilidades como comunicação, empatia, adaptabilidade e resiliência ajudam os colaboradores a navegar pelas mudanças, colaborar efetivamente e manter a motivação. Essas competências não apenas facilitam a adaptação às novas tecnologias, mas também fortalecem a coesão da equipe e melhoram o bem-estar geral dos funcionários - (E2).

Como visto, ambas as respostas (E3 e E2) enfatizam a importância das competências socioemocionais, como adaptabilidade, resiliência, empatia e comunicação. Essas competências são essenciais para os trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da Indústria 4.0, não apenas para enfrentar mudanças tecnológicas, mas também para que colaborem efetivamente em equipes multidisciplinares, bem como mantenham a motivação em um ambiente dinâmico

Por fim, neste item, vale mencionar que a resposta de E2 sugere que a educação deve adaptar-se rapidamente para desenvolver não apenas habilidades técnicas, mas também competências socioemocionais. A inclusão de treinamentos e programas educacionais focados nessas competências será crucial para preparar os profissionais para o futuro dinâmico da indústria.

Concluindo, os especialistas reafirmaram a importância da resiliência e da agilidade na adaptação contínua à Indústria 4.0. Com a crescente quantidade de dados disponíveis, as decisões se tornaram mais precisas e analíticas, permitindo que as empresas reajam rapidamente às mudanças e identifiquem oportunidades de melhoria. A análise dos dados mostra como a indústria está se tornando mais eficiente e competitiva, enquanto a resiliência e agilidade são essenciais para preparar os trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro. Investir em capacitação para lidar com grandes volumes de dados e tomar decisões precisas é crucial para inovar e manter a competitividade no mercado.

Dando continuidade à síntese das questões avaliadas na rodada de consolidação, encontram-se abaixo as figuras 8 e 9, que dizem respeito às ações de qualificação consideradas imprescindíveis pelos especialistas.

Figura 8 - Ações de qualificação - Parte 1

DESAFIO - 4				
Quais as ações de qualificação serão imprescindíveis para obtenção das competências necessárias aos trabalhadores do APL?				
Elaboração da Matriz de Maturidade	Diagnóstico da Equipe	Plano de Ação	Avaliações	Valorização do Aprendizado Contínuo
Esta etapa envolve a identificação das competências essenciais para o APL Aero, estabelecendo uma base sólida para o desenvolvimento e aprimoramento dos trabalhadores.	Realizar uma avaliação das competências atuais dos trabalhadores, identificando lacunas de habilidades e áreas que necessitam de desenvolvimento.	Com base nos resultados do diagnóstico, desenvolver um plano de ação detalhado que inclua programas de treinamento específicos, workshops, mentorias e outras atividades voltadas para suprir as lacunas de competências identificadas.	Implementar avaliações periódicas para acompanhar o progresso dos trabalhadores e verificar a eficácia das ações de qualificação. Isso permite ajustar o plano de desenvolvimento conforme necessário e garantir que as competências estejam sendo adequadamente adquiridas.	Incentivar os trabalhadores a buscar oportunidades de aprendizado e aprimoramento ao longo de suas carreiras.

Fonte: Autora

Figura 9 - Ações de qualificação - Parte 2

DESAFIO - 4				
Quais as ações de qualificação serão imprescindíveis para obtenção das competências necessárias aos trabalhadores do APL?				
Ambiente Favorável ao Desenvolvimento	Promoção da Criação Coletiva e Colaborativa	Parcerias com Instituições Educacionais e Empresas de Tecnologia	Acesso a Recursos de Aprendizado Online	Simulações e Treinamento Prático
Criar uma cultura organizacional que valorize o desenvolvimento pessoal e profissional, proporcionando suporte e reconhecimento aos esforços de aprendizado.	Estimular a colaboração entre os trabalhadores, incentivando o compartilhamento de conhecimento e experiências para impulsionar a inovação e a resolução de problemas.	Estabelecer parcerias estratégicas com instituições de ensino e empresas de tecnologia para oferecer programas de capacitação especializados e atualizados com as demandas do setor aeroespacial.	Disponibilizar plataformas de e-learning que ofereçam cursos e materiais educacionais relevantes para os trabalhadores acessarem de forma flexível e conveniente.	Utilizar tecnologias como realidade virtual e aumentada para proporcionar experiências de aprendizado prático e imersivas, simulando situações reais do ambiente de trabalho aeroespacial.

Fonte: Autora

Na rodada de consolidação, os especialistas chamam a atenção os seguintes pontos: Para avançar na Indústria 4.0, é crucial adotar uma estratégia de matriz de maturidade que avalie tanto a tecnologia implantada quanto a qualificação dos profissionais.

Diagnosticar o nível de habilidade dos funcionários ajuda a alinhar a tecnologia às capacidades da equipe - (E3).

Para avançar na Indústria 4.0, é essencial adotar uma estratégia de maturidade. Essa abordagem permite avaliar não apenas a tecnologia implantada, mas também a qualificação

dos profissionais. Com isso, as empresas podem identificar lacunas, direcionar investimentos de forma mais eficaz e garantir que tanto a infraestrutura tecnológica quanto as habilidades dos colaboradores estejam alinhadas para maximizar o desempenho e a inovação - (E2).

As respostas de E3 e de E2 são relevantes para a pesquisa nos seguintes aspectos:

1. Mapeamento do contexto tecnológico: A resposta E3 destaca a importância de se adotar uma estratégia de matriz de maturidade para avaliar tanto a tecnologia quanto as qualificações dos profissionais. Isso é essencial para mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro em relação à Indústria 4.0, pois permite diagnosticar o nível de habilidade dos funcionários e alinhar a tecnologia às capacidades da equipe;
2. Identificação de competências e habilidades necessárias: Ambas as respostas (E3 e E2) mencionam que a estratégia de maturidade permite identificar lacunas de competências. Isso responde diretamente ao objetivo de identificar as competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro no contexto da Indústria 4.0. As empresas podem direcionar seus investimentos em qualificação de forma mais eficaz, garantindo que as habilidades dos colaboradores estejam alinhadas com as demandas tecnológicas;
3. Ações de qualificação: A resposta E2 sugere que a estratégia de maturidade ajuda as empresas a direcionar investimentos para maximizar o desempenho e a inovação. Isso é crucial para verificar as ações de qualificação planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na Indústria 4.0, pois proporciona uma base estratégica para o desenvolvimento contínuo de habilidades.

E3 ainda considerou que se faz necessário evoluir nas estratégias de avaliação de competências para garantir que os profissionais adquiram as habilidades necessárias. Para ele, as empresas podem se adaptar a um ambiente de constante mudança por meio do desenvolvimento de uma cultura de aprendizado contínuo.

Criar uma cultura organizacional que favoreça o desenvolvimento e a inovação é vital. Isso inclui promover a colaboração e a participação ativa dos funcionários em projetos de melhoria - (E3).

Por fim, chamou a atenção para a aprendizagem *online*, uma vez que esta oferece agilidade e acesso a importantes conteúdos. Acrescenta que ela deve ser complementada por simulações práticas e ambientes virtuais para melhorar a eficácia do treinamento.

A integração dessas tecnologias promete avanços significativos na formação profissional - (E3).

Opinião compartilhada pelo especialista E2, conforme abaixo:

A aprendizagem online é crucial, pois oferece agilidade e acesso a conteúdos importantes. No entanto, ela deve ser complementada por simulações práticas e ambientes virtuais para melhorar a eficácia do treinamento. Essa combinação permite que os colaboradores apliquem o conhecimento teórico em situações reais, aumentando sua competência e preparando-os para os desafios da Indústria 4.0 - (E2).

A resposta E2 sugere que a integração de tecnologias de aprendizagem online com simulações práticas e ambientes virtuais melhora a eficácia do treinamento. Isso é crucial para verificar as ações de qualificação planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na Indústria 4.0. As empresas podem planejar e implementar programas de qualificação que utilizam essas tecnologias de forma estratégica, preparando seus colaboradores de maneira mais eficaz para os novos desafios tecnológicos.

Concluindo, os especialistas destacaram a importância de uma estratégia de matriz de maturidade para avançar na Indústria 4.0, avaliando tanto a tecnologia quanto a qualificação dos profissionais. Isso ajuda a diagnosticar habilidades e alinhar a tecnologia às capacidades da equipe, crucial para o setor aeronáutico brasileiro. Identificar lacunas de competências e direcionar investimentos em qualificação são essenciais. Além disso, promover uma cultura de aprendizado contínuo e integrar tecnologias de aprendizagem online com simulações práticas melhora a eficácia do treinamento e prepara os trabalhadores para os desafios da Indústria 4.0. Essas ações garantem desempenho, inovação e competitividade no mercado.

No que diz respeito ao plano de qualificação para os trabalhadores do setor, os especialistas elencaram os seguintes tópicos/ elementos:

Figura 10 - Plano de qualificação - Parte 1

DESAFIO - 5				
Quais seriam os tópicos / elementos importantes a serem abordados no plano de qualificação para os trabalhadores do APL Aero?				
Identificação do Nível de Maturidade de Cada Colaborador	Diagnóstico das Necessidades de Treinamentos Exigidas para Atuação	Diagnóstico das Necessidades de Treinamentos Durante a Realização e/ou Surgimento de Novas Atividades, Habilidades, etc.	Elaboração de Plano de Ação para Execução das Atividades Propostas	Realização de Treinamentos e Avaliações
Avaliação individual das competências técnicas e comportamentais de cada colaborador para identificar lacunas de habilidades e necessidades de desenvolvimento.	Análise das exigências específicas de treinamento para cada cargo, alinhadas com a matriz de competências e descrição de cargos do APL Aero.	Identificação contínua das necessidades de treinamento à medida que novas tecnologias, processos ou atividades surgem, garantindo que os trabalhadores estejam sempre atualizados e preparados para os desafios em evolução.	Desenvolvimento de um plano detalhado que inclua programas de treinamento específicos, workshops, cursos online, mentorias e outras atividades de desenvolvimento para preencher as lacunas de competências identificadas.	Implementação dos programas de treinamento conforme planejado, seguidos por avaliações para medir o progresso e a eficácia do treinamento, ajustando o plano conforme necessário.

Fonte: Autora

Figura 11 - Plano de qualificação - Parte 2

DESAFIO - 5					
Quais seriam os tópicos / elementos importantes a serem abordados no plano de qualificação para os trabalhadores do APL Aero?					
Competências Técnicas Avançadas	Gestão de Cadeia de Suprimentos e Logística	Sustentabilidade e Eficiência Energética	Soft Skills	Atualização Contínua	Colaboração Interdisciplinar
Capacitação em tecnologias emergentes como inteligência artificial, robótica, automação, manufatura aditiva (impressão 3D), análise de dados, big data, cibersegurança e habilidades em simulação e realidade virtual/aumentada.	Conhecimento em tecnologias e estratégias para otimizar a cadeia de suprimentos, incluindo logística integrada e gestão de estoque.	Compreensão de práticas sustentáveis e eficiência energética, especialmente importantes na indústria aeroespacial.	Desenvolvimento de habilidades interpessoais como trabalho em equipe, pensamento crítico e adaptabilidade, essenciais em um ambiente de trabalho dinâmico e tecnologicamente avançado.	Implementação de programas de educação contínua para que os trabalhadores possam se manter atualizados com as rápidas mudanças tecnológicas.	Promoção da colaboração entre diferentes disciplinas para fomentar a inovação e a solução criativa de problemas, reconhecendo a importância da interdisciplinaridade na indústria aeroespacial.

Fonte: Autora

Na rodada de consolidação, os especialistas destacaram que:

- i. O plano de ação e o autodesenvolvimento dos colaboradores são fundamentais para o progresso na Indústria 4.0.

As empresas devem realizar análises individualizadas e utilizar matrizes de competências para avaliar e orientar os funcionários em seu desenvolvimento profissional - (E3).

O plano de ação e o autodesenvolvimento dos colaboradores são fundamentais para o progresso na Indústria 4.0. Incentivar os funcionários a se desenvolverem continuamente e traçar estratégias claras para adquirir novas competências garante que a equipe esteja sempre preparada para as demandas tecnológicas e inovadoras do mercado - (E2).

A resposta E3 destaca que o plano de ação e o autodesenvolvimento dos colaboradores são fundamentais para o progresso na Indústria 4.0. Isso é relevante para mapear o contexto tecnológico atual do setor aeronáutico brasileiro em relação à Indústria 4.0, pois mostra como as empresas podem utilizar análises individualizadas e matrizes de competências para avaliar e orientar os funcionários em seu desenvolvimento profissional conforme as demandas tecnológicas.

E2, por sua vez, sugere que incentivar os funcionários a se desenvolverem continuamente é crucial para prepará-los para as demandas tecnológicas e inovadoras da Indústria 4.0. Isso é fundamental para verificar as ações de qualificação planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na Indústria 4.0. As empresas podem implementar programas de desenvolvimento pessoal e profissional que

incentivem o autodesenvolvimento e alinhem as competências dos colaboradores com as necessidades tecnológicas emergentes.

ii. As tecnologias avançadas como robótica, manufatura aditiva e impressão 3D ainda não são amplamente adotadas, representando um desafio significativo.

Percebi que em alguns tópicos já estão presentes tecnologias inerentes à Indústria 4.0, como robótica, manufatura aditiva e impressão 3D. Muitas dessas tecnologias ainda não estão amplamente difundidas, mas já vemos sua presença crescente em certos clusters - (E3).

iii. As competências socioemocionais são essenciais para os novos perfis de colaboradores.

... a soft skills estão fortemente ligadas ao perfil social dos novos colaboradores na indústria, que precisam focar na atualização contínua. Ainda enfrentamos um contraste com gerações anteriores, que mantinham a mesma função sem mudanças. Esse choque de gerações é evidente nas indústrias, e é crucial que as novas gerações entendam a importância do aprendizado contínuo ao longo da vida - (E3).

As competências socioemocionais são essenciais para os novos colaboradores na Indústria 4.0, destacando-se habilidades como inteligência emocional, colaboração e resolução de problemas. Estas são fundamentais não apenas para um ambiente de trabalho saudável, mas também para adaptar-se às rápidas mudanças tecnológicas e promover a inovação nas organizações - (E2).

Como visto, E3 destaca que as competências socioemocionais são essenciais para os novos perfis de colaboradores na Indústria 4.0. Isso é crucial para identificar quais habilidades, como inteligência emocional, colaboração e resolução de problemas, são necessárias para os trabalhadores se adaptarem às rápidas mudanças tecnológicas e promoverem a inovação nas organizações;

A resposta E2 complementa a de E3 ao enfatizar que as competências socioemocionais são fundamentais não apenas para um ambiente de trabalho saudável, mas também para a adaptação contínua às novas exigências da Indústria 4.0. Isso responde diretamente ao objetivo de verificar as ações de qualificação planejadas para obter as competências necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro na era da Indústria 4.0. As empresas podem planejar programas de desenvolvimento que fortaleçam essas habilidades socioemocionais, preparando melhor seus colaboradores para os desafios tecnológicos e organizacionais.

iv. A colaboração interdisciplinar e a cocriação são vitais para o avanço da indústria.

Encorajar a cooperação entre diferentes áreas pode levar a inovações e melhorias substanciais nos processos industriais - (E3).

Ao integrar diferentes especialidades e perspectivas, as empresas podem desenvolver soluções mais inovadoras e adaptáveis às demandas do mercado. Essa abordagem não apenas impulsiona a criatividade, mas também fortalece a capacidade de resolver problemas complexos de forma eficaz - (E2).

O E3 destaca que a colaboração entre diferentes áreas é vital para o avanço da indústria. Isso é crucial para identificar como a cocriação e a colaboração interdisciplinar podem levar a inovações substanciais nos processos industriais, respondendo diretamente ao objetivo de verificar as competências necessárias para os trabalhadores se adaptarem à Indústria 4.0.

O E2 ratifica tal suposição ao enfatizar que ao integrar diferentes especialidades e perspectivas, as empresas podem desenvolver soluções mais inovadoras e adaptáveis às demandas do mercado. Isso não apenas impulsiona a criatividade, mas também fortalece a capacidade de resolver problemas complexos de maneira eficaz, o que é essencial para a adaptação e inovação na Indústria 4.0.

Concluindo, os especialistas destacaram a importância do plano de ação e do autodesenvolvimento dos colaboradores, que devem ser orientados por análises individualizadas e matrizes de competências (E3, E2). A adoção limitada de tecnologias avançadas, como robótica e impressão 3D, representa um desafio significativo (E3). As competências socioemocionais, como inteligência emocional e colaboração, são essenciais para adaptação e inovação (E3, E2). Além disso, a colaboração interdisciplinar e a cocriação impulsionam a criatividade e a resolução de problemas complexos (E3, E2). Essas estratégias são fundamentais para preparar o setor aeronáutico brasileiro para os desafios da Indústria 4.0.

O quadro 5 resume os principais pontos das entrevistas por meio de análise de conteúdo categorizado:

Quadro 5 - Análise de Conteúdo Categorizado

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	UNIDADES DE REGISTRO	UNIDADE DE CONTEXTO
I 4.0	CONCEITO	Entendimento geral sobre o tema.	Observamos elementos relevantes na definição dos gestores, como utilização da I4.0 como fator estratégico e competitividade aliado com o fator humano para obtenção de resultados para as organizações.
	IMPLEMENTAÇÃO	Principais motivações.	Acerca de: inovação, a fim de se destacar no seu mercado de atuação; e a busca por tecnologias da indústria 4.0 como necessidade de continuar competitivo no mercado, e pela oportunidade de otimização do uso da capacidade instalada.
		Principais dificuldades.	Adaptação às novas informações /conhecimento; recursos financeiro para investir nos projetos e capital humano; mão de obra qualificada; necessidade de mudanças de paradigmas para desmistificação sobre o tema.
		Perspectiva de Futuro	Positivas. Gestores desejam obter oportunidades para o futuro em relação à: redução de Set-ups, aumentando a produtividade; aumento da eficiência da empresa para aumentar os postos de trabalho; demanda para novas rotinas, gerando a necessidade de monitoramento e disciplina na execução das rotinas que complementam o uso das tecnologias instaladas.
		Estratégia frente a implementação das tecnologias.	Foram desenvolvidos alguns treinamentos e houve alguns investimentos necessários, além da realização de campanhas de conscientização sobre o tema e sua importância com o objetivo de manter a competitividade do negócio e dos empregos.
	TOMADA DE DECISÃO	Nível de tomada de decisão pelo trabalhador na produção	Expectativa dos gestores é reduzir tempo de interpretação da atividade solicitada, simplificando e otimizando os procedimentos/atividades de nível operacional, gerando confiabilidade das informações e com isso reduzir as falhas; além da conscientização das equipes para que as tomadas de decisões na produção sejam orientadas conforme planejado; incentivo do compartilhamento de ideias, sugestões e a evolução do negócio pelos canais de comunicação de cada organização.
		Nível de autonomia pelo trabalhador na produção	Os gestores apontaram pouca autonomia, mas mencionam avanço na menor exposição a erros a partir de quando a atuação humana está bem delimitada e o processo como um todo está planejado.
	NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA	Resultado do modelo de avaliação proposto pela plataforma do Senai.	O resultado apresentado foi que 75% estão no nível de Visibilidade e Transparência e 25% estão no nível de Otimização.
GESTÃO DE PESSOAS	AÇÕES (RE)QUALIFICAÇÃO	Ações realizadas.	Execução de programas/matriz de treinamentos em gestão de projetos, gestão de pessoas e conhecimentos relacionados a Indústria 4.0.
	COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	Quais devem ser desenvolvidas.	Obtenção de conhecimento em automação, boa comunicação, informática, manutenção preditiva, lean manufacture, etc.; <i>skill</i> como pessoas analíticas, com facilidade em adaptação e facilidade para tomada de decisão além do conhecimento técnico; e o envolvimento dos trabalhadores em todas as etapas do desenvolvimento fabril, com cuidado, para despertar na equipe senso comum, propósito e importância.
IMPACTOS	RECURSOS DISPONÍVEIS	Quais recursos necessários?	Compra de equipamentos, treinamento de pessoal, e incentivo público.
	COVID	Quais impactos sofridos ?	Em treinamentos práticos e implementação.

Fonte: Autora

5 CONCLUSÕES

A conclusão desta dissertação visa responder às questões de pesquisa propostas, abordando o contexto tecnológico do setor aeronáutico brasileiro, as competências necessárias para os trabalhadores e as ações de qualificação no contexto da Indústria 4.0.

Inicialmente, foi possível mapear o contexto tecnológico do setor aeronáutico brasileiro, destacando a crescente adoção de tecnologias avançadas, como automação, digitalização e sistemas interconectados. Essas tecnologias, alinhadas aos princípios da Indústria 4.0, têm transformado os processos produtivos, proporcionando maior eficiência e competitividade às empresas. Os gestores entrevistados destacaram que a implementação dessas tecnologias é vista como estratégica, sendo crucial para a sobrevivência e evolução no mercado globalizado.

Em relação às competências, habilidades e aptidões necessárias aos trabalhadores do setor aeronáutico, a pesquisa evidenciou a necessidade de uma nova configuração de conhecimentos. As respostas dos gestores apontam para a importância de competências técnicas em automação, informática avançada, programação e análise de dados, além de habilidades interpessoais, como adaptabilidade, capacidade analítica, comunicação eficaz e trabalho em equipe. Essas competências são fundamentais para que os trabalhadores possam se adaptar às novas exigências impostas pela Indústria 4.0 e desempenhar seus papéis de forma eficiente.

A implementação da Indústria 4.0 no setor aeronáutico brasileiro é um processo complexo, repleto de desafios e oportunidades, conforme destacado pelos especialistas entrevistados. Na rodada de consolidação, foram ressaltados pontos cruciais que envolvem desde a seleção e contratação de profissionais qualificados até a necessidade de desenvolver novas competências tecnológicas e socioemocionais.

Por fim, quanto às ações de qualificação planejadas para a obtenção dessas competências, a pesquisa revelou que as empresas têm investido em programas de treinamento contínuos, com foco em qualificação técnica e desenvolvimento de habilidades emocionais e comportamentais. Esses treinamentos são essenciais para que os trabalhadores possam não apenas operar as novas tecnologias, mas também contribuir para a melhoria contínua dos processos produtivos.

Para que o setor aeronáutico brasileiro possa se beneficiar plenamente das tecnologias da Indústria 4.0, é necessário enfrentar os desafios relacionados à qualificação e retenção de talentos, desenvolver novas competências, gerenciar o impacto emocional das mudanças tecnológicas e promover uma cultura de inovação e colaboração. As empresas que conseguirem integrar essas estratégias estarão melhor posicionadas para aproveitar as oportunidades

oferecidas pela Indústria 4.0, mantendo-se competitivas em um mercado em constante evolução.

Conclui-se, portanto, que a Indústria 4.0 representa uma revolução tecnológica que demanda uma requalificação significativa dos trabalhadores do setor aeronáutico brasileiro. A integração entre tecnologia e o fator humano é fundamental para o sucesso dessa transformação, exigindo das empresas um compromisso contínuo com o desenvolvimento de suas equipes e a adaptação de suas estratégias de gestão de pessoas. As ações de qualificação e o desenvolvimento de competências são elementos centrais para que o setor aeronáutico possa alcançar um novo patamar de eficiência e competitividade no contexto da Indústria 4.0.

Como contribuição acadêmica, esta pesquisa permite colaborar com a literatura atual, oferecendo subsídios empíricos para entender e discutir as questões relativas a recursos humanos e as competências essenciais para o profissional do futuro inserido na I4.0.

Considerando os fatores que foram identificados e analisados nesta pesquisa, como hipóteses em trabalhos futuros, sugere-se efetuar o estudo em diferentes segmentos.

Assim, as empresas/segmento poderiam desfrutar no futuro dos benefícios advindos desta pesquisa em relação à conhecimentos, competências habilidades, aptidões necessárias aos trabalhadores do setor e o mapeamento dos avanços tecnológicos, ante o cenário da I 4.0, além das ações de qualificação desenvolvidas e as competências almejadas para os trabalhadores do setor.

REFERÊNCIAS

- ACCENTURE. **Relatório anual 2017**. Dublin: Accenture, 2017. Disponível em: <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/pdf/pdf-64/accenture-annual-report-2017.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2024.
- ALLEN, D. **A arte de fazer acontecer: guia prático: 10 etapas para a produtividade sem estresse**. São Paulo: Sextante, 2021. 224p.
- AMAZON. **Amazon introduces Sparrow: a state-of-the-art robot that handles millions of diverse products**. 2022. Disponível em: <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-sparrow-a-state-of-the-art-robot-that-handles-millions-of-diverse-products>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- ANTUNES, M.M. Técnica Delphi: metodologia para pesquisas em educação no Brasil. **Revista de Educação PUC**, Campinas, v. 19, n. 01, p. 63-71, 2014.
- BADER, V.; KAISER, S. Algorithmic decision-making? The user interface and its role for human involvement in decisions supported by artificial intelligence. **Organization**, Thousand Oaks, v. 26, n. 5, p. 655-672, 2019.
Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1350508419855714>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- BAG, S.; GUPTA, S. Examining the effect of green human capital availability in adoption of reverse logistics and remanufacturing operations performance. **International Journal of Manpower**, United Kingdom, v. 41, n. 7, p. 1097-1117, 2021.
- BAG, S.; TELUKDARIE, A.; GUPTA, S. Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. **Benchmarking: an International Journal**, v. 28, n. 5, p. 1410-1450, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2018-0056>. Acesso em: 2 mar. 2024.
- BARDIN, L. **L'Analyse de contenu**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BENDUL J.; KNOLLMANN M. The human factor in production planning and control: Considering human needs in computer aided decision-support systems. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, United Kingdom, v. 30, n. 5, p. 346-368, 2016.
- BMW. **Intelligent connected factory with 5G technology: Autonomous logistics at BMW Group Plant Landshut calculates data in the cloud**. BMW Group, 2022. Disponível em: <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0396773EN/intelligent-connected-factory-with-5g-technology:-autonomous-logistics-at-bmw-group-plant-landshut-calculates-data-in-the-cloud?language=en>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- BONGOMIN, O.; OCEN, G. G.; NGANYI, E.; MUSINGUZI, A.; OMARA, T. Exponential disruptive technologies and the required skills of industry 4.0. **Hindawi Journal of Engineering**, London, v. 2020, p. 1-17, 2020.

BOSCH REXROTH. **Make sense of the new cobot era**. 2021. Disponível em: <https://www.boschrexroth.com/en/us/rexrothi40/articles/new-cobot-era/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

BOSH. **Annual report 2022**. 2023. Disponível em: https://assets.bosch.com/media/global/bosch_group/our_figures/pdf/bosch-annual-report-2022.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo constructo? **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 8-15, jan./mar. 2001.

BRYNJOLFSSON, E.; ROCK, D.; SYVERSON, C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics. **National Bureau of Economic Research**, Working Paper n. 25580, 2019.

CARBONE, P.P.; BRANDÃO, H.P.; LEITE, J. B.D. **Competency management and knowledge management**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2009. 176 p.

CISCO SYSTEMS. **Cisco webex innovation breaks through language barriers with real-time translation for more inclusive meeting experiences**. San Jose: Cisco, 2021. Disponível em: <https://investor.cisco.com/news/news-details/2021/Cisco-Webex-Innovation-Breaks-Through-Language-Barriers-with-Real-Time-Translation-for-More-Inclusive-Meeting-Experiences/default.aspx?dtid=osscdc000283>. Acesso em: 9 ago. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. **Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0**. Brasília: CNI, 2017.

CUESTA, A. **Gestión de competencias**. Havana: Academia, 2001.

DURAND, T. L'alchimie de la compétence. **Revue Française de Gestion**, Paris, n.127, p. 84-102, jan./fev. 2000.

ELISH, M.C.; BOYD, D. Situating methods in the magic of big data and AI. **Communication Monographs**, Oxford, v. 85, n. 1, p. 57-80, 2018.

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. **Gestão por competências em organizações de governo: mesa-redonda de pesquisa-ação**. Brasília: ENAP, 2005. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/383>. Acesso em: 15 ago. 2023

FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências**. São Paulo: Atlas, 2012.

FREY, C.B.; OSBORNE, M.A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation. **Technological Forecasting and Social Change**, United States, v.114, p.254-280, 2017.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **The future of jobs report 2021**. Genebra, 2021.

GATES, B. **Los negocios en la era digital**. Barcelona: Plaza & Janes, 1999.

HAMMEL, G.; PRAHALAD, C. K. Competing for the future. **Harvard Business Review**, Brighton, v. 72, n. 4, p. 122–128, 1994.

HATSCHBACH, M. H. D. L. **Information literacy**: aspectos conceituais e iniciativas em ambiente digital para o estudante de nível superior. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: https://www.example.com/artigo_hatschbach. Acesso em: 15 jan. 2023.

HECKLAU F.; GALEITZKE, M.; FLASCH, S.; KOHL, H. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *In*: CIRP CONFERENCE ON LEARNING FACTORIES, 6., 2016, Gjøvik. **Proceedings of the 6th CIRP Conference on Learning Factories**. Gjøvik: Elsevier, 2016. p. 12-17.

HERSTAD, S. J.; BLOCH, C.; EBERSBERGER, B. Employee engagement in the era of digitalisation: Examining the relationships between information and communication technology, job demands and resources, and employee outcomes. **Economic and Industrial Democracy**, United Kingdom, v.41, n.4, p. 791-814.

HOLM M. The future shop-floor operators, demand, requirements and interpretations. **Journal of Manufacturing Systems**, United State, v.47, p. 35-42, 2018.

HÖLZLE, K.; FRANKE, R.; HOHMANN, C. The impact of digitalization on employee engagement. **Sustainability**, Swiss, v. 12, n. 7, p. 2737, 2020.

HSIEH, Y.M.; HSIEH, A.T. Does job standardization increase job burnout? **International Journal of Manpower**, United Kingdom, v. 24, n. 5, p. 590-614, 2003.

IBM. **The business case for AI in HR**: Insights and tips on getting started. 2021. Disponível em: <https://www.ibm.com/downloads/cas/A5YLEPBR>. Acesso em: 9 ago. 2023.

IMRAN, F.; KANTOLA, J. Review of industry 4.0 in the light of sociotechnical system theory and competence based view: a future research agenda for the evolutive approach. **Advances in Human Factors, Business Management and Society**, Germany, p.118-128, 2019.

KAIRALLA, A. S. S. **Técnica DELPHI para análise de sistema de informação**: estudo de viabilidade. 1982. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1982. Disponível em: https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/207?utm_source=chatgpt. Acesso em: 2 mar. 2024.

KESSLER, M.; ARLINGHAUS, J.C. A framework for human-centered production planning and control in smart manufacturing. **Journal of Manufacturing Systems**, United State, v. 65, p. 220-232, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278612522001625?via%3Dihub>. Acesso em: 2 mar. 2024.

LINSTONE, H.A. et al. (Ed.). The delphi method. reading, MA: Addison-Wesley, 1975.

LIU, M.L.; HSIEH, M.W.; HSIAO, C.; LIN, C.P.; YANG, C. Modelagem de compartilhamento de conhecimento e desempenho de equipe na indústria de tecnologia: os efeitos principais e moderadores da felicidade. **Review of Managerial Science**, Germany, v. 14, p. 587-610, 2020.

LOBÃO, L.; ZILLI, C. **A jornada da transformação digital: um guia prático: cases, fundamentos e ferramentas**. São Paulo: Lamônica, 2020.

MACEY, W. H.; SCHNEIDER, B.; BARBERA, K. M.; YOUNG, S. A. Engagement at work: A review of the literature. **Human Resource Management Review**, United State, v. 21, n. 2, p. 83-98, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2010.09.001>. Acesso em: 02 abr. 2023.

MARCHETTI, R.; TURRINI, A. The impact of digitalisation on jobs and the workforce: an overview of the empirical evidence and policy implications. **Joint Research Centre, European Commission**, Luxemburgo, p. 070401, 2018. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC111780>. Acesso em: 20 mar. 2024.

M. CHEN; H. WANG; H. MA. Human resource management under the impact of artificial intelligence. **Lecture Notes in Electrical Engineering**, Singapore, v. 612, p. 458–465, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-3250-4_57. Acesso em: 23 maio 24.

NISEMBAUM, H. **A competência essencial**. São Paulo: Ed. Gente, 2000.

NGUYEN NGOC, H.; LASA, G.; IRIARTE, I. Human-centred design in industry 4.0: case study review and opportunities for future research. **Journal of Intelligent Manufacturing**, United State, v. 33, p. 35-76, 2022.

OSTERRIEDER, P.; BUDDE, L.; FRIEDLI, T. The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review. **International Journal of Production Economics**, Netherland, 2020.

OZKAN-OZEN, Y. D.; KAZANCOGLU, Y. Analysing workforce development challenges in the industry 4.0. **International Journal of Manpower**, United Kingdom, v. 42, n. 3, 2021.

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. Revisão da literatura da indústria 4.0 e tecnologias relacionadas. **Revista de Manufatura Inteligente**, United State, v. 31, n. 1, p. 127-182, 2020.

PWC. **PwC US makes \$1 billion investment to expand and scale AI capabilities**. 2023. Disponível em: <https://www.pwc.com/us/en/about-us/newsroom/press-releases/pwc-us-makes-billion-investment-in-ai-capabilities.html>. Acesso em: 9 ago. 2023.

PELUSO, S.; SCHMID, M. The impact of artificial intelligence on work: an exploration of stakeholder perspectives. **International Journal of Human Resource Management**, United Kingdom, v. 31, n. 17, p. 2226-2248, 2020.

PHILLIPS-WREN G.; MORA M.; FORGIONNE, G.A.; GUPTA J. An integrative

evaluation framework for intelligent decision support systems. **European Journal of Operational Research**, Netherland, v. 195, n. 3, p. 642-652, 2009.

RIBEIRO, V. B.; NAKANO, D.; MUNIZ JR, J.; OLIVEIRA, R. B. D. Knowledge management and Industry 4.0: a critical analysis and future agenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.29, 2022.

ROMERO, D.; BERNUS, P.; NORAN, O.; STAHRÉ, J.; FAST-BERGLUND, Å. **The operator 4.0: human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work system**. Swiss: Springer, 2016. v. 488, p. 677-686.

ROMERO D.; STAHRÉ J.; TAISCH M. The operator 4.0: towards socially sustainable factories of the future. **Computers & Industrial Engineering**, United Kingdom, v. 139, p.1-5, 2020.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SIEMENS. **Siemens report for fiscal 2022**. 2023. Disponível em: https://www.siemens.com/applications/b09c49eb-3a14-73b3-9f71-e30e3c2dfdbd/s3_assets/pdfs/en/Siemens_Report_FY2022.pdf?ste_sid=bb87b9f39872ff47fca5e9ed3b743675. Acesso em: 15 ago. 2023.

STAUDIGEL, M.; BÄR, H.; SCHRÄDE, C. Industry 4.0 and employee performance: the mediating role of employee competence development. **Frontiers in Psychology**, Swiss, v. 12, p.717586, 2021.

ŠKRINJARIĆ, B.; DOMADENIK, P. Examining the role of key competences in firm performance. **International Journal of Manpower**, United Kingdom, v. 41, n. 4, p. 391-416, 2019.

TEIXEIRA, C. S.; SILVA, J. A.; SANTOS, R. S. Employee engagement in the context of industry 4.0: a systematic literature review. **International Journal of Innovation**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 19-35, 2019.

UPS. **UPS deploys purpose-built navigation for UPS service personnel**. 2018. Disponível em: <https://about.ups.com/us/en/newsroom/press-releases/innovation-driven/ups-deploys-purpose-built-navigation-for-ups-service-personnel.html>. Acesso em: 9 ago. 2023.

WANG, J.; LIU, W. The effect of digital transformation on employee well-being in the context of Industry 4.0. **Sustainability**, Swiss, v. 12, n. 20, p. 8532, 2020.

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

ŽIGIENĖ, G.; RYBAKOVAS E.; ALZBUTAS, R. Artificial intelligence based commercial risk management framework for SMEs. **Sustainability**, Swiss, v. 11, n. 16, p. 1–23, 2019. Disponível em: <https://epubl.ktu.edu/object/elaba%3A40603247/index.html>. Acesso em: 25 mar. 2024.

APÊNDICE A – Questionário de coleta de dados

Este apêndice apresenta o questionário utilizado para a coleta de dados desta pesquisa, aplicado por meio da plataforma Google Forms. O questionário foi elaborado com o objetivo de compreender a percepção e a experiência de gestores de empresas do setor de Indústria e Fabricação em relação à implementação da Indústria 4.0.

A pesquisa foi estruturada em nove seções temáticas, abrangendo desde a introdução ao tema até questões específicas sobre maturidade tecnológica, participação dos trabalhadores e impacto da pandemia de COVID-19. O questionário contém questões semiestruturadas para permitir uma análise aprofundada sobre os desafios, motivações e práticas adotadas pelas empresas no contexto da Indústria 4.0.

A seguir, são apresentadas as seções que compõem o questionário:

1. Apresentação: introdução ao tema e informações gerais da pesquisa.
2. Conceito de indústria 4.0: compreensão do tema pelos respondentes.
3. Implementação da indústria 4.0: identificação de casos implementados nas empresas.
4. Casos de implementação: motivações, tecnologias empregadas, desafios e participação dos trabalhadores.
5. Participação dos trabalhadores: envolvimento dos colaboradores no processo de implantação.
6. Recursos humanos: qualificação profissional, desenvolvimento de competências e interação com sindicatos.
7. Questões de encerramento: desafios adicionais, impacto da COVID-19 e sugestões dos respondentes.
8. Perfil dos respondentes: informações sobre a empresa e os participantes.
9. Nível de maturidade: avaliação do estágio da empresa na adoção da Indústria 4.0.

Figura 12 - Apresentação

Seção 1 de 9

Convite

Este questionário faz parte de uma pesquisa científica realizada pela Unesp, cujo objetivo é mapear os avanços da Indústria 4.0 no setor aeronáutico brasileiro. Como responsável pela implantação da I 4.0, você está convidado a responder este questionário que nos ajudará a entender a implementação desta no país. O questionário levará apenas 15 minutos, e suas respostas são totalmente anônimas e usadas somente para finalidades acadêmicas.

Você só pode responder ao questionário uma vez. As perguntas marcadas com asterisco (*) são obrigatórias.

Se você tiver alguma dúvida sobre o questionário, envie-nos um email para: pds.almeida@unesp.br

Agradecemos sua colaboração!

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. [Alterar configurações](#)

Fonte: Autora

Figura 13 – Conceito de I4.0

Seção 2 de 9

Indústria 4.0

Descrição (opcional)

O que você entende por Indústria 4.0 (ou I 4.0)? *

Texto de resposta longa

Fonte: Autora

Figura 14– Implementação da I4.0

Seção 3 de 9

Implementação

Descrição (opcional)

Há caso(s) de tecnologia da Indústria 4.0 implementado(s) na sua empresa? *

☐ Sim

☐ Não

Fonte: Autora

Figura 15 – Casos de Implementação

Seção 4 de 9

Sobre o(s) caso(s) implementado(s)

Descrição (opcional)

O que levou a empresa a implementar a(s) tecnologia(s) da I4.0? *

Texto de resposta longa

Qual(is) tecnologia(s) foi(ram) implementada(s)? *

Texto de resposta longa

Figura 15 – Casos de Implementação

Quais dificuldades sua empresa enfrentou durante a implementação desta(s) tecnologia(s)? * Texto de resposta longa
Como estas tecnologias afetaram ou afetarão os postos de trabalho? * Texto de resposta longa
Como isso influenciou ou influenciará no nível de participação do trabalhador na tomada de decisão na produção? * Texto de resposta longa
Como isso influenciou ou influenciará na autonomia do trabalhador na produção? * Texto de resposta longa
Como a empresa lidou com a implementação destas tecnologias? * Texto de resposta longa
Os trabalhadores e seus representantes participam das decisões relativas a esta(s) implementação(ões)? * ☐ Sim ☐ Não

Fonte: Autora

Figura 16 – Participação dos trabalhadores

Seção 5 de 9

Participação dos trabalhadores na implementação

Descrição (opcional)

Se sim, como eles participam/ participaram? *

Texto de resposta longa

Fonte: Autora

Figura 17– Recursos humanos

Seção 6 de 9

Recursos humanos

Descrição (opcional)

Quais ações de (re)qualificação o RH da empresa está considerando para os trabalhadores? *

Texto de resposta longa

Que competências/ habilidades devem ser desenvolvidas nos trabalhadores para atuarem na Indústria 4.0? *

Texto de resposta longa

Que tipo de interação houve com o sindicato? *

Texto de resposta longa

Fonte: Autora

Figura 18 – Questões de encerramento

Seção 7 de 9

Questões de encerramento

Descrição (opcional)

Que outros pontos você considera relevantes para a implementação da Indústria 4.0? *

Texto de resposta longa

A COVID impactou a implantação de tecnologias ou dispositivos da I 4.0 na sua organização? *

Texto de resposta longa

Você teve dificuldade para responder alguma pergunta? Qual(is)?

Texto de resposta longa

Você tem alguma sugestão de pergunta que contribua para a pesquisa?

Texto de resposta longa

Fonte: Autora

Figura 19 – Perfil dos respondentes

Seção 8 de 9

Perguntas de perfil

Descrição (opcional)

Em qual empresa você atua? *

Texto de resposta curta

Qual é a categoria de atuação da empresa? *

☐ Estamparia

☐ Usinagem

☐ Interiores

☐ Compositos

☐ Outros

Figura 19 – Perfil dos respondentes

Qual é o porte da empresa em que você trabalha (IBGE)? *

- ☐ Micro: até 19 empregados
- ☐ Pequena: de 20 a 99 empregados
- ☐ Média: de 100 a 499 empregados
- ☐ Grande: mais de 500 empregados

Em que região geográfica a unidade em que você está alocado se encontra? *

- ☐ Norte
- ☐ Nordeste
- ☐ Centro-oeste
- ☐ Sudeste
- ☐ Sul

Há quanto tempo você trabalha na empresa? *

Texto de resposta curta

Qual sua função atual? *

Texto de resposta curta

Você conhece o nível de maturidade da sua empresa em relação à implantação da Indústria 4.0? (por exemplo, o do Senai - <https://www.senai40.com.br>) *

- ☐ sim
- ☐ não

Fonte: Autora

Figura 20 – Nível de maturidade

Seção 9 de 9

Nível de maturidade

Descrição (opcional)

Indique o nível de maturidade da sua empresa *

- ☐ Otimização
- ☐ Sensoriamento e conectividade
- ☐ Visibilidade e transparência
- ☐ Capacidade preditiva
- ☐ Flexibilidade e adaptabilidade

Fonte: Autora