

Competências para a indústria 4.0: um olhar sobre o setor aeroespacial brasileiro

Skills for industry 4.0: a look at the Brazilian aerospace sector

Fernando Ramalho Martins ¹

Patrícia Dias Silva Almeida ²

Jorge Muniz Júnior ³

¹ Doutor em Sociologia, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8032-9361>

² Mestre em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil. <https://orcid.org/0009-0007-9294-4699>

³ Doutor em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3496-0256>

Recebido em: outubro de 2024.

Aprovado em: setembro de 2025.

Resumo

O presente artigo tem como objetivo identificar as competências necessárias no setor aéreo no contexto da indústria 4.0. Para isso, a pesquisa foi conduzida em duas etapas metodológicas: primeiro, um questionário foi aplicado a 19 gestores de empresas do setor industrial por meio do Google Forms, com questões abertas sobre desafios e competências necessárias. Em seguida, a técnica Delphi foi empregada com cinco especialistas da área para aprofundar a análise e alcançar consenso sobre as habilidades essenciais. Os resultados evidenciam que, além das competências técnicas, como conhecimentos em automação e programação, as *soft skills*, como comunicação, empatia e adaptabilidade, são cruciais para a adaptação às mudanças constantes na indústria 4.0. A pesquisa revela que a falta de mão de obra qualificada e a resistência a mudanças culturais são desafios significativos na implementação dessas tecnologias. Conclui-se que, para preparar o setor aéreo brasileiro para o futuro tecnológico, é fundamental investir no desenvolvimento contínuo de habilidades técnicas e socioemocionais, promovendo uma cultura organizacional que valorize a inovação e a colaboração.

Palavras-chave: indústria 4.0; setor aeroespacial; competências.

Abstract

The present article aims to identify the competencies required in the aviation sector within the context of industry 4.0. To achieve this, the research was conducted in two methodological stages. First, a questionnaire with open-ended questions regarding challenges and necessary competencies was distributed via Google Forms to 19 managers from companies in the industrial sector. In the second stage, the

Delphi technique was applied with five industry specialists to deepen the analysis and reach a consensus on the essential skills. The results indicate that, in addition to technical competencies such as automation and programming knowledge, soft skills – including communication, empathy, and adaptability – are crucial for navigating the constant changes brought by Industry 4.0. The study also reveals that a shortage of qualified labor and resistance to cultural change are significant barriers to the implementation of these technologies. In conclusion, preparing the Brazilian aviation sector for a technological future requires continuous investment in both technical and socio-emotional skill development, as well as the promotion of an organizational culture that values innovation and collaboration.

Keywords: industry 4.0; aerospace sector; competencies.

Introdução

A indústria 4.0, conceito originado na Alemanha, representa uma revolução no *design*, fabricação, operação e serviço de sistemas de manufatura e produtos (Davies, 2015). Esse conceito marca a quarta revolução industrial, que sucedeu três transformações anteriores que, de maneira disruptiva, redefiniram a produtividade e o modo de vida das pessoas ao redor do mundo. A indústria 4.0 introduz um paradigma no qual as máquinas não apenas realizam funções operacionais como se comunicam de forma autônoma, interagindo com sistemas digitais e se integrando aos processos produtivos. Isso afeta significativamente a produção, os processos internos e os modelos de negócios (Bag; Gupta, 2020).

Um dos elementos centrais desse novo modelo de manufatura é o conceito de fábricas inteligentes, também conhecidas como fábricas digitais. Essas fábricas operam com sistemas altamente conectados, utilizando dados em tempo real para otimizar a produção, muitas vezes sem a necessidade de intervenção humana. São capazes de gerar, transferir e processar informações de maneira autônoma, o que lhes permite executar múltiplas tarefas e fabricar uma ampla gama de produtos com flexibilidade e precisão (Osterrieder; Budde; Friedli, 2020). Como ressaltado por Davies (2015), essa automação possibilita a produção em massa com um elevado nível de personalização, em que pequenas mudanças nas especificações dos clientes podem ser facilmente integradas ao processo produtivo. A capacidade de reconfigurar rapidamente as máquinas representa um dos pilares da eficiência da indústria 4.0.

No entanto, um aspecto muitas vezes negligenciado nas discussões sobre as transformações produtivas da indústria 4.0 é o papel crucial dos recursos humanos. Embora a automação e as tecnologias digitais estejam no centro dessa revolução, o sucesso de sua implementação depende, em grande parte, da capacidade e das habilidades dos profissionais envolvidos. Autores como Ngoc, Lasa e Iriarte (2022)

ressaltam que os fatores humanos são fundamentais para o sucesso das organizações no contexto da indústria 4.0. Para além das tecnologias avançadas, é imprescindível que as empresas invistam no desenvolvimento das competências e habilidades de seus colaboradores, de modo a garantir que estejam preparados para lidar com as novas demandas desse ambiente altamente tecnológico.

Dessa forma, além de compreender as mudanças nos processos produtivos, é necessário investigar quais são as novas exigências em termos de competências e habilidades profissionais no contexto da indústria 4.0. Este artigo se concentra na identificação dessas competências e habilidades, com o objetivo de compreender como os trabalhadores do setor aéreo nacional podem se adaptar e prosperar nesse novo cenário industrial.

O cenário econômico global foi profundamente impactado nos últimos anos pela pandemia de covid-19, que afetou as empresas de diversas formas, incluindo a empregabilidade, a qualificação profissional e a maneira como as organizações operam. Nesse contexto, a transformação digital ganhou ainda mais relevância, sendo acelerada como resposta às novas demandas e desafios impostos pela crise sanitária global. A adaptação rápida a novos modelos de negócios e a reestruturação dos processos produtivos se tornaram essenciais para a sobrevivência das empresas (CNI, 2017). No Brasil, o setor aeroespacial, um dos pilares da economia nacional, destaca-se por sua complexidade e dinamismo, sendo particularmente afetado pela necessidade de integração das tecnologias da indústria 4.0.

A indústria aeronáutica brasileira desempenha papel estratégico, não apenas por sua contribuição tecnológica e econômica, mas pela criação de empregos altamente qualificados. Com exportações anuais em torno de US\$ 315 milhões, o setor é um dos principais impulsionadores das exportações brasileiras. Empresas como a Embraer são líderes globais na implementação de tecnologias avançadas, incluindo a manufatura 4.0, que visa melhorar a produtividade, a eficiência e a sustentabilidade ambiental, abordando questões como propulsão eficiente, sistemas autônomos, combustíveis alternativos e conectividade rápida.

De acordo com a Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2019), as perspectivas para a indústria aeroespacial nos próximos 20 anos são de crescimento contínuo e substancial. Esse cenário ressalta a necessidade de o Brasil estar preparado para conquistar uma fatia significativa desse mercado global em expansão. Atualmente, a indústria aeroespacial brasileira contribui com cerca de US\$ 18,8 bilhões para o PIB nacional, dos quais US\$ 12,3 bilhões provêm diretamente das atividades aeroespaciais. Além disso, o setor gera aproximadamente 839 mil empregos, com um número substancial de 167 mil trabalhadores diretamente empregados em companhias aéreas, aeroportos e fábricas de aeronaves.

Apesar dos avanços tecnológicos e da modernização dos processos produtivos, a indústria 4.0 impõe novos desafios aos trabalhadores do setor aeronáutico. A automação, a digitalização e a inteligência artificial estão transformando não apenas

o modo como as aeronaves são produzidas, mas como os profissionais interagem com as tecnologias. Assim, torna-se essencial identificar as competências e habilidades que serão exigidas dos trabalhadores nesse novo contexto. O tema das competências dos trabalhadores para a indústria 4.0 surge como uma valiosa oportunidade de pesquisa (Ribeiro *et al.*, 2024; Muniz Jr *et al.*, 2024) e também influencia diversos aspectos das relações de trabalho (Muniz Jr *et al.*, 2023).

Para investigar essas competências e habilidades, este estudo utilizou duas fontes de dados principais. Primeiro foi aplicado um questionário a gestores de empresas do setor aéreo nacional, o que forneceu uma visão abrangente das necessidades do mercado e das expectativas em relação aos profissionais. Depois a técnica Delphi foi empregada com especialistas do setor, como forma de complementar os dados dos respondentes, garantindo uma abordagem mais estruturada e consensual sobre as tendências e competências críticas para o futuro.

A técnica Delphi, conhecida por ser uma metodologia eficaz para alcançar consenso em áreas complexas, neste caso envolveu especialistas de diferentes áreas do setor aeronáutico. Esses especialistas foram convidados a discutir e avaliar as competências necessárias para o sucesso na indústria 4.0, com base em suas experiências e percepções sobre o futuro do setor. O uso combinado dessas duas abordagens permitiu obter uma visão clara e detalhada das competências que serão essenciais para os trabalhadores do setor aéreo no Brasil, alinhando-as às exigências tecnológicas e operacionais da indústria 4.0.

Dessa forma, este artigo busca contribuir para a compreensão das transformações em curso no setor aeronáutico brasileiro, oferecendo *insights* sobre as competências e habilidades que os profissionais precisam desenvolver para se adequar ao novo paradigma da indústria 4.0. A capacitação contínua e o desenvolvimento dessas habilidades serão fatores-chave para garantir que os trabalhadores estejam preparados para os desafios e oportunidades apresentados pela revolução digital.

O artigo está estruturado em cinco partes. Após esta Introdução, apresenta-se uma breve revisão da literatura, enfatizando o impacto da indústria 4.0 na gestão de pessoas, seguida da descrição dos procedimentos metodológicos utilizados para coleta e análise dos dados. No quarto tópico, os principais resultados da pesquisa são destacados, seguidos das conclusões.

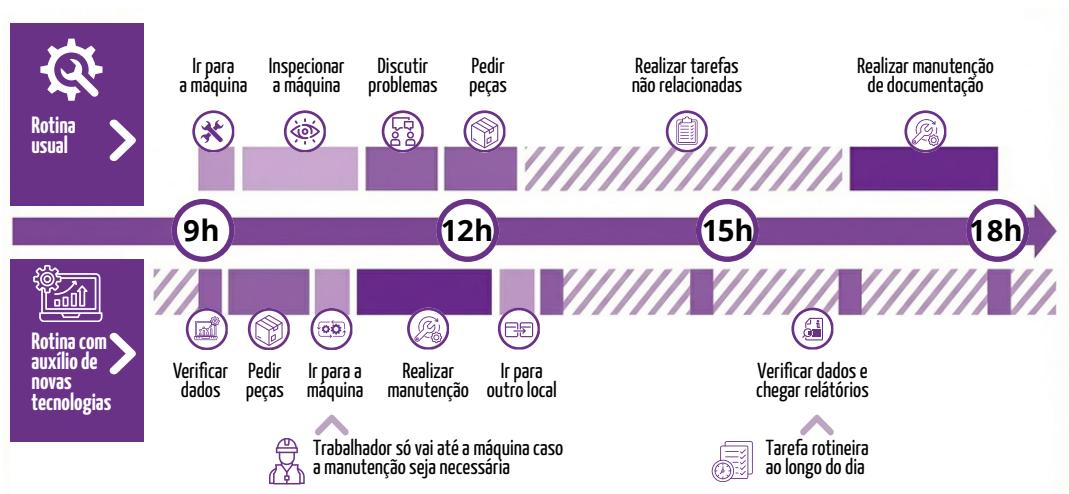
Revisão da literatura

A revisão bibliográfica permitiu identificar os principais desafios relacionados à gestão de pessoas, às competências e às qualificações necessárias para os trabalhadores na indústria 4.0 (I4.0). Essa nova fase industrial, caracterizada pela automação, pela inteligência artificial (IA) e pela internet das coisas (IoT), está

transformando profundamente os processos produtivos, exigindo mudanças nas habilidades dos profissionais.

A I4.0, que surge com a quarta revolução industrial, está redefinindo as operações empresariais e afetando o perfil dos trabalhadores. A introdução de fábricas inteligentes e tecnologias avançadas, como robótica e IA, otimiza processos produtivos, mas também demanda novas competências. Segundo Schwab (2016), essas mudanças trazem novas formas de produzir bens e serviços, impactando o mercado de trabalho e a gestão de pessoas.

Figura 1. Exemplo de rotina de trabalho com auxílio das novas tecnologias



Fonte: Pereira et al. (2018).

A IA, por exemplo, permite que sistemas aprendam e interpretem dados, aprimorando a inteligência dos funcionários e facilitando a tomada de decisões (Elish; Boyd, 2018). Para Bader e Kaiser (2019), a IA capacita os profissionais para lidarem com situações complexas, enquanto a automação e a robótica assumem tarefas rotineiras.

Essa revolução tecnológica valoriza recursos intangíveis, como conhecimento e habilidades humanas. De acordo com Frey e Osborne (2017), habilidades criativas e sociais são menos suscetíveis à automação, tornando a gestão de competências essencial. Além disso, a gestão do conhecimento ganha relevância, já que o sucesso empresarial na era digital depende da capacidade de adaptação e do aprendizado contínuo (Bag; Gupta, 2020).

A I4.0 também desafia a qualificação da força de trabalho, sendo crucial que as empresas invistam no desenvolvimento de competências compatíveis com as exigências tecnológicas (Imran; Kantola, 2019). Nesse cenário, as organizações preci-

sam alinhar suas estratégias de inovação com o capital humano, garantindo que os trabalhadores estejam preparados para atuar nesse novo ambiente industrial.

Trabalhador 4.0: (novas) competências e desafios

A indústria 4.0 está transformando profundamente o perfil dos trabalhadores, exigindo novas competências que vão além das habilidades manuais e repetitivas do passado. Antes, a maior parte das atividades industriais era executada por trabalhadores manuais, com foco em tarefas mecânicas. Com a introdução da automação e dos robôs, a demanda por esse tipo de trabalho está diminuindo, dando lugar à necessidade de profissionais altamente qualificados em tecnologia, como análise de dados, programação e comunicação. Segundo Kessler e Arlinghaus (2022), essas mudanças criaram uma demanda por trabalhadores capacitados para lidar com a complexidade das novas ferramentas tecnológicas.

Para Schwab (2016), vivemos uma revolução que está alterando fundamentalmente a forma como trabalhamos, exigindo que o trabalhador tenha competências técnicas avançadas e habilidades interpessoais essenciais. Esses profissionais devem ser capazes de operar tecnologias emergentes, como robôs colaborativos, sensores inteligentes e softwares de análise de dados em tempo real. Além disso, o trabalhador precisa atuar em equipes multidisciplinares, comunicar ideias complexas e resolver problemas de forma autônoma.

Diversas empresas estão investindo no desenvolvimento dessas competências. A Siemens, por exemplo, oferece programas de capacitação que ensinam a seus funcionários habilidades digitais como programação e inteligência artificial. A Bosch, por sua vez, está implementando fábricas inteligentes que utilizam a IoT e a realidade virtual (RV), criando ambientes de produção flexíveis e eficientes. Já a Amazon está automatizando seus centros de distribuição com robôs que executam tarefas repetitivas, permitindo que os trabalhadores se concentrem em atividades estratégicas e criativas. A BMW também está utilizando robôs colaborativos, que auxiliam os trabalhadores em tarefas perigosas e repetitivas, permitindo que se dediquem a funções mais complexas e criativas.

Esses exemplos demonstram como a indústria 4.0 está alterando a estrutura organizacional e o papel dos trabalhadores. Com a pressão competitiva crescente, as empresas que conseguirem adaptar suas estratégias de gestão de pessoas e qualificação de sua força de trabalho estarão em vantagem. Além disso, práticas de trabalho mais flexíveis, como horários ajustáveis e trabalho remoto, estão sendo adotadas para atrair e reter talentos qualificados.

As habilidades exigidas no cenário 4.0 vão além do domínio técnico. É necessário que os trabalhadores tenham capacidade de adaptação rápida, criatividade e habilidades de resolução de problemas, uma vez que muitas tarefas operacionais estão sendo delegadas a máquinas. As empresas estão percebendo que, para sobreviver

em um ambiente tão dinâmico e tecnológico, é crucial investir não apenas em infra-estrutura digital, mas no desenvolvimento humano.

De acordo com Bag e Telukdarie (2021), o aumento da complexidade tecnológica também exige que os trabalhadores desenvolvam uma mentalidade de aprendizado contínuo. Isso porque as mudanças tecnológicas são rápidas, e as habilidades adquiridas hoje podem se tornar obsoletas em pouco tempo. Nesse sentido, a educação corporativa e o aprendizado ao longo da vida se tornam diferenciais competitivos importantes.

A era do conhecimento, amplificada pela indústria 4.0, transforma o trabalho tradicional em algo mais cognitivo e criativo. Para se destacarem, as empresas precisam reconhecer que a gestão de pessoas e o desenvolvimento de competências são fundamentais para lidar com as mudanças impostas pela transformação digital. O foco no desenvolvimento das chamadas “habilidades humanas” – como inteligência emocional, comunicação e pensamento crítico – será crucial, uma vez que muitas das habilidades técnicas tradicionais estão em constante mudança ou estão sendo substituídas por soluções automatizadas.

Além disso, as organizações que investem na capacitação contínua de seus trabalhadores e promovem ambientes de trabalho inovadores terão mais chances de prosperar. O modelo de negócio que se baseia apenas na tecnologia não será suficiente; é necessário cultivar talentos que possam operar essas novas tecnologias e, mais importante, criar valor por meio delas.

A indústria 4.0 trouxe uma nova era para o trabalho, em que a inovação, a adaptabilidade e a qualificação contínua se tornaram imperativos para o sucesso. Empresas que investem no desenvolvimento de seus colaboradores, como Siemens, Bosch, Amazon e BMW, já estão colhendo os benefícios dessa transformação e demonstrando como a gestão de pessoas e a capacitação são peças-chave para competir e prosperar no ambiente digital.

Além de adotar novas tecnologias, as empresas também estão repensando as condições de trabalho para atrair e reter talentos. Muitas estão implementando práticas mais flexíveis, como trabalho remoto, horários ajustáveis e programas de aprendizagem contínua. A introdução de robôs colaborativos nas fábricas, como os utilizados pela BMW, exemplifica essa mudança. Esses robôs são projetados, como já citado, para executarem tarefas repetitivas e perigosas, enquanto os trabalhadores se dedicam a funções mais complexas e desafiadoras.

Esses exemplos mostram como a indústria 4.0 está alterando o cenário industrial e o perfil do trabalhador. Dessa forma, a habilidade de atrair e reter talentos qualificados será crucial em um mercado cada vez mais exigente, tecnológico e dinâmico.

Por fim, a transformação trazida pela indústria 4.0, além de impactar a produção, está redefinindo as rotinas de trabalho, tornando-as mais colaborativas, flexíveis e

centradas na inovação. Isso exige que as empresas estejam dispostas a investir em capital humano e tecnológico para prosperar na nova era industrial.

Procedimentos metodológicos

Estratégias de coleta de dados

A coleta de dados se deu em duas etapas: (i) aplicação de um questionário a gestores atuantes em empresas do setor; e (ii) aplicação da técnica Delphi.

Na primeira etapa, um questionário com perguntas abertas foi disponibilizado, via Google Forms, para gestores de empresas do setor industrial. Ao todo, 19 respondentes retornaram o questionário. O quadro a seguir resume os perfis dos respondentes.

Quadro 1. Perfil dos gestores respondentes

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	2
G13	Gerente de negócios	Outros	3
G14	Gerente	Usinagem/estamparia	9

G15	CMO	Outros	2
G16	CEO	Outros	4
G17	Gerente administrativo	Usinagem	12
G18	Diretora de operações	Outros	1
G19	Gerente	Outros	17

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entre os respondentes, 52,6% atuam no setor de usinagem, e 52,6% trabalham em empresas de pequeno porte. No quesito localização, 89,5% estão na região Sudeste do Brasil.

Na segunda etapa, foi aplicada a técnica Delphi em formato *paper and pencil* (Linstone et al., 1975), com cinco especialistas da área, conforme apresentado no Quadro 2. A diversidade dos perfis foi fundamental para a riqueza das análises.

Quadro 2. 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: Elaborado pelos autores.

Cinco questões foram formuladas a partir dos objetivos do estudo e encaminhadas aos especialistas em 9 de novembro de 2023. As respostas da primeira rodada foram sintetizadas e submetidas aos participantes, dando início a novas rodadas até que um consenso fosse alcançado. Os resultados estão apresentados na análise dos dados.

Estratégias de análise de dados

Os dados coletados foram analisados por meio da técnica de *análise de conteúdo categorial*, conforme proposto por Bardin (2011). A análise de conteúdo se mostrou adequada para explorar valores, atitudes e crenças por meio de dados qualitativos.

As categorias temáticas foram definidas após a leitura preliminar do material e sua codificação. O Quadro 3 apresenta um exemplo de codificação extraído das respostas dos questionários.

Quadro 3. Categorias analisadas a partir das respostas dos questionários

Categoria	Subcategoria	Dimensão analítica	Questões relacionadas às categorias
I 4.0	Implementação	Conceito	Entendimento geral sobre o tema O que você entende por indústria 4.0 (ou I 4.0)?
		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) implementa(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 da tecnologia	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 participaram 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?

I 4.0	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 de sua empresa.
RECURSOS	Ações de (re) qualificação	Ações realizadas	Quais ações de (re)qualificação o RH da empresa está considerando para os trabalhadores?
	Competências/habilidades	Ações a serem desenvolvidas	Que competências/habilidades devem ser desenvolvidas nos trabalhadores para atuarem na indústria 4.0?
IMPACTO	Recursos disponíveis	Recursos necessários	Que outros pontos você considera relevantes para a implementação da indústria 4.0?
	COVID	Impactos sofridos	A covid impactou a implantação de tecnologias ou dispositivos da I4.0 na sua organização?

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da análise dos dados, foram identificados padrões e tendências que contribuíram para responder aos objetivos da pesquisa. As interpretações ajudaram a formular *insights* valiosos sobre o perfil dos gestores, bem como apreender suas percepções e as implicações para o setor industrial.

Apresentação dos resultados

Apresentaremos aqui os principais resultados encontrados com relação às competências e habilidades relacionadas à I4.0.

Google Forms

Os respondentes foram questionados sobre os seguintes tópicos: conceituação da indústria 4.0; casos e dificuldades enfrentadas durante a implementação; autonomia e participação dos trabalhadores nesse processo; desafios relacionados à gestão de pessoas; e nível de maturidade da empresa.

Para os propósitos deste artigo, decidiu-se destacar as opiniões dos participantes sobre os desafios da implementação e as expectativas em relação à gestão de pessoas.

No que diz respeito ao primeiro ponto, é importante observar que houve menções significativas ao fator humano nas empresas, especialmente no que se refere à retenção de talentos e a questões comportamentais, como o engajamento das equipes, influenciadas pelo nível de maturidade organizacional. Abaixo, estão as respostas coletadas:

Quadro 4. Qual(is) dificuldade(s) sua empresa enfrentou durante a implementação dessa(s) tecnologia(a)?

- "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 de que implementar o processo com 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 essa: 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 enfrentando 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 exemplo internet rápida".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como observado, quase todos os respondentes mencionaram questões relacionadas à gestão de pessoas, incluindo: gestão do conhecimento, cultura organizacional, liderança, mudança organizacional e qualificação da mão de obra. Vale ressaltar que o último fator, qualificação da mão de obra, foi o mais citado.

Ao serem questionados sobre as competências e habilidades a serem desenvolvidas, os participantes enfatizaram a importância do desenvolvimento de *soft skills*, como comunicação eficaz, capacidade analítica/pensamento crítico, adaptabilidade, senso comum e de propósito, trabalho em equipe e empatia.

Além disso, também foram mencionadas as capacidades técnicas, entre as quais se destacam: conhecimentos em informática, habilidade em programação e manutenção preditiva. A seguir apresentamos as respostas obtidas.

Quadro 5. Que competências e habilidades devem ser desenvolvidas nos trabalhadores para atuarem na indústria 4.0?

- "Obtenção de conhecimento em automação, boa comunicação, informática, manutenção preditiva, *lean manufacture* (redução de desperdício)".
- "Skills como capacidade analítica, adaptabilidade, engajamento, senso comum e propósito.
- Conhecimento técnico, como informática, que é um conhecimento 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 a melhoria contínua e a segurança do trabalhador".
- "Conhecimento e confiança na evolução que vivemos, trabalho em equipe e direcionamento para o aperfeiçoamento e aprendizado contínuos".
- "Habilidades técnicas voltada para a inteligência do negócio e habilidades emocionais, *soft skills*, voltadas para a cultura da empresa. Por exemplo: saber ouvir as pessoas; ter facilidade para expressar ideias; atitude positiva em relação aos desafios; ter empatia com os sentimentos dos outros; ter pensamento crítico com foco em buscar soluções; inteligência emocional para lidar com frustrações.
- "Flexibilidade, visão sistêmica, formação multidisciplinar e capacidade de trabalhar em equipe".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Técnica Delphi

Os especialistas consultados foram questionados sobre cinco aspectos principais: desafios da indústria 4.0 para a gestão de pessoas, nível de maturidade do setor, habilidades e competências necessárias para o trabalhador 4.0 e ações de qualificação. Neste artigo, são destacadas as respostas relacionadas às habilidades e competências necessárias para esse trabalhador.

Os especialistas identificaram as seguintes competências essenciais:

- 1. Pensamento analítico:** capacidade de analisar dados complexos e gerar *insights* para decisões informadas.
- 2. Pensamento criativo:** habilidade para inovar e melhorar processos e estratégias na indústria de aviação.
- 3. Flexibilidade, resiliência e agilidade:** adaptabilidade diante de mudanças, mantendo a qualidade e rapidez nas tarefas.
- 4. Motivação:** compromisso com o aprimoramento contínuo para enfrentar os desafios do ambiente dinâmico da indústria 4.0.
- 5. Curiosidade e aprendizado contínuo:** busca constante por novos conhecimentos para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas.

Durante a consolidação das respostas, a *flexibilidade*, a *resiliência* e a *agilidade* foram especialmente destacadas. Como relatado por um especialista (E2), “a resiliência e agilidade são fundamentais na indústria 4.0, já que a capacidade de responder rapidamente às mudanças aumenta a competitividade e a inovação”.

Os relatos ressaltam como a tomada de decisões na indústria 4.0 se tornou mais eficiente com o uso de grandes volumes de dados. O diferencial competitivo agora reside na capacidade das empresas de combinar análise de dados com habilidades de adaptação, permitindo que se ajustem continuamente às mudanças e permaneçam relevantes no mercado.

Além das competências técnicas, os especialistas também destacaram a importância das *competências socioemocionais* em um ambiente em rápida transformação. O desenvolvimento de inteligência emocional é visto como crucial para enfrentar desafios e mudanças frequentes.

Um especialista (E3) afirmou: “Profissionais precisam se preparar para novas tecnologias e desenvolver inteligência emocional. A educação deve focar tanto nas habilidades técnicas quanto na capacidade de se adaptar às mudanças”. Outro (E2) acrescentou que competências como comunicação, empatia e resiliência “não só facilitam a adaptação às novas tecnologias, mas também promovem coesão nas equipes e melhoram o bem-estar geral”.

Essas observações reforçam a necessidade de um equilíbrio entre *habilidades técnicas* e *socioemocionais* na indústria 4.0. A educação deve ser ágil, preparando os profissionais para o domínio tecnológico, ao mesmo tempo em que desenvolve a capacidade de lidar com as transformações organizacionais.

Os especialistas também abordaram a importância de um plano de qualificação adequado para o desenvolvimento das competências necessárias. Entre as principais ações sugeridas estão:

- 1. Plano de ação e autodesenvolvimento:** as empresas devem fazer análises individualizadas e utilizar matrizes de competências para orientar o crescimento dos colaboradores. Esse plano é essencial para garantir que os funcionários estejam prontos para as demandas tecnológicas da indústria 4.0.
- 2. Educação para tecnologias avançadas:** o treinamento deve focar em tecnologias como robótica, manufatura aditiva e impressão 3D, que são fundamentais mas ainda não estão amplamente difundidas.
- 3. Desenvolvimento de competências socioemocionais:** as *soft skills*, como inteligência emocional, colaboração e adaptabilidade, são essenciais para os novos colaboradores, especialmente diante do contraste com gerações anteriores, que tinham menos necessidade de atualização constante. O aprendizado contínuo é crucial para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas e organizacionais.
- 4. Iniciativas de colaboração interdisciplinar e cocriação:** a cooperação entre diferentes áreas promove inovação e resolução de problemas complexos. A in-

tegração de diversas especialidades permite o desenvolvimento de soluções mais criativas e adaptáveis às necessidades do mercado.

Concluindo, os especialistas ressaltaram que o autodesenvolvimento dos colaboradores deve ser orientado por análises individualizadas e matrizes de competências. A adoção limitada de tecnologias avançadas, como robótica e impressão 3D, ainda é um desafio, exigindo preparação cuidadosa. Além disso, as competências socioemocionais, como inteligência emocional e colaboração, são cruciais para a adaptação e a inovação. A colaboração interdisciplinar e a cocriação são estratégias fundamentais para promover a criatividade e enfrentar os desafios da indústria 4.0. Essas medidas são essenciais para preparar o setor aeronáutico brasileiro para o futuro tecnológico.

Considerações finais

O presente artigo teve como objetivo identificar as competências necessárias no setor aéreo no contexto da indústria 4.0, utilizando como base dados coletados por meio de um questionário disponibilizado no Google Forms e da aplicação da técnica Delphi. Os resultados evidenciam a importância de um conjunto diversificado de competências, destacando a necessidade de uma abordagem equilibrada entre habilidades técnicas e socioemocionais.

As respostas obtidas pelo Google Forms mostraram que as empresas enfrentam desafios significativos relacionados à gestão de pessoas, com destaque para a retenção de talentos e a qualificação da mão de obra. As dificuldades citadas pelos respondentes incluem a adaptação às novas tecnologias, a falta de recursos financeiros e a escassez de mão de obra qualificada, enfatizando a importância da formação contínua. Em contraste, os especialistas consultados, empregando a técnica Delphi, reforçaram a relevância das *soft skills*, como comunicação eficaz, adaptabilidade e inteligência emocional, como competências essenciais para os profissionais da indústria 4.0.

Enquanto os dados do Google Forms destacam a necessidade urgente de formação técnica em áreas específicas, como automação e programação, as respostas da Delphi ressaltam que, além das habilidades técnicas, a flexibilidade, a resiliência e a agilidade são cruciais para que os trabalhadores possam navegar nas rápidas mudanças do setor. Os especialistas apontaram que a capacidade de responder rapidamente às mudanças não apenas aumenta a competitividade como melhora a inovação dentro das organizações.

Diante dessas conclusões, sugerem-se algumas ações futuras para aprimorar a formação e a capacitação dos trabalhadores do setor aéreo. Primeiramente, é imperativo que as instituições de ensino e as empresas promovam programas de treinamento que integrem tanto habilidades técnicas quanto *soft skills*, preparando os

profissionais para os desafios contemporâneos. Além disso, a implementação de planos de ação personalizados e o uso de matrizes de competências podem ser estratégias eficazes para guiar o autodesenvolvimento dos colaboradores, garantindo que estejam sempre atualizados e prontos para as demandas do mercado.

A promoção de iniciativas de colaboração interdisciplinar e a cocriação entre diferentes áreas favorecem a inovação e a resolução de problemas complexos, contribuindo para um ambiente de trabalho mais integrado e eficiente. Portanto, o desenvolvimento contínuo de competências no setor aéreo é fundamental para a adaptação às mudanças trazidas pela indústria 4.0. Nesse cenário, as *soft skills* são um componente essencial dessa evolução, pois a capacidade de inovar e se adaptar rapidamente não é apenas uma vantagem competitiva, mas uma necessidade para a sustentabilidade e o sucesso das organizações no futuro. Com a adoção dessas estratégias, o setor aéreo estará mais bem posicionado para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da nova era industrial.

Financiamento

O presente trabalho teve apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq nº 300962/2025-8) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp nº 2023/11708-6).

Referências

- BADER, V.; KAISER, S. Algorithmic decision-making?: the user interface and its role for human involvement in decisions supported by artificial intelligence. **Organization**, v. 26, n. 5, p. 655–672, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1350508419855714>. Acesso em: 1 set. 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**, v. 41, n. 7, p. 1097–1117, 2020. Disponível em: <https://www.emerald.com/ijm/article-abstract/41/7/1097/301348/Examining-the-effect-of-green-human-capital>. Acesso em: 5 set. 2024.
- BAG, S.; TELUKDAIRE, A.; PRETORIUS, J. C.; 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://www.emerald.com/bij/article-abstract/28/5/1410/66368/Industry-4-0-and-supply-chain-sustainability>. Acesso em: 5 set. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0**. Brasília, DF: CNI, 2017.

DAVIES, R. **Industry 4.0**: Digitalization for productivity and growth. [S. I.]: European Parliament, 2015. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf). Acesso em: 20 ago. 2024.

ELISH, M. C.; BOYD, D. Situating methods in the magic of Big Data and AI. **Communication Monographs**, v. 85, n. 1, p. 57–80, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03637751.2017.1375130>. Acesso em: 10 set. 2024.

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

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 Evolute approach. In: AHFE INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN FACTORS, BUSINESS MANAGEMENT AND SOCIETY, 2018, Orlando. **Advances in Human Factors, Business Management and Society**: proceedings [...]. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 118–128.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **Annual Review 2019**. [S. I.]: IATA, 2019. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2019.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

KESSLER, M.; ARLINGHAUS, J. C. A framework for human-centered production planning and control in smart manufacturing. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 65, p. 220–232, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612522001625>. Acesso em: 1 ago. 2024.

MUNIZ JR., J.; RAMALHO MARTINS, F.; WINTERSBERGER, D.; OLIVEIRA SANTOS, J. P. Trade union and Industry 4.0 implementation: two polar cases in Brazilian trucks manufacturing. **Journal of Workplace Learning**, v. 35, n. 8, p. 670-692, 2023.

MUNIZ JR., J. et al. Social systems for future manufacturing framework: an overarching view of people, organization and society. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, v. 239, n. 6-7, p. 986-998, 2025.

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**, v. 33, n. 1, 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**, v. 221, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527319302865>. Acesso em: 15 set. 2024.

PEREIRA, J. A. et al. Indústria 4.0 e a formação do perfil profissional contemporâneo. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 25., 2018, Bauru. **Anais** [...]. Bauru: UNESP, 2018. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/131_INDUSTRIA_4.0_E_A_FORMA%C3%87%C3%83O_DO_PERFIL_PROFSSIONAL_CONTEMPORANEO.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

RIBEIRO, V. B.; NAKANO, D.; MUNIZ JR., J. The human resources and knowledge management integrated role in Industry 4.0/5.0: a Human-Centric Operations Management framework. **Production**, v. 34, e20240014, 2024.

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