



MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS E LACUNAS NO ENSINO PROFISSIONALIZANTE E INDÚSTRIA 4.0: A PERSPECTIVA DE GESTORES INDUSTRIAIS

Murilo Henrique Santos Marques

Universidade Federal de São Carlos / marquesmurilo@estudante.ufscar.br

Clarissa Fulin Barco

Universidade Federal de São Carlos / clarissa@dep.ufscar.br

Gilberto Miller Devós Ganga

Universidade Federal de São Carlos / ganga@dep.ufscar.br

Resumo

A Indústria 4.0 (I4.0) impõe uma transformação no mercado de trabalho, demandando novas competências técnicas e comportamentais (*soft skills*) dos profissionais. Este trabalho investiga as percepções de gestores e líderes de recursos humanos sobre as competências exigidas pela I4.0, com foco na identificação das lacunas presentes em egressos do ensino profissionalizante. A pesquisa é de natureza quali-quantitativa, exploratória e descritiva. A metodologia incluiu uma revisão de literatura para identificar as competências essenciais e a coleta de dados primários por meio de entrevistas semiestruturadas com profissionais de seis empresas industriais de diferentes segmentos (automotivo, eletrodomésticos, refrigeração, eletroeletrônico, aeronáutico e materiais de escrita). Os resultados indicam uma dificuldade persistente e significativa das empresas em encontrar recém-formados com as *hard skills* e *soft skills* adequadas para operar no contexto da I4.0. A carência de mão de obra qualificada afeta os resultados diários,



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

levando uma das empresas a criar sua própria escola de manutenção. Conclui-se que o alinhamento entre a educação profissional e as demandas da I4.0 ainda enfrenta desafios operacionais.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Ensino Profissionalizante, Competências, Lacunas, *Soft Skills*.

Abstract

Industry 4.0 (I4.0) imposes a transformation on the labor market, demanding new technical and behavioral competencies (soft skills) from professionals. This work investigates the perceptions of managers and human resources leaders regarding the competencies required by I4.0, focusing on identifying the gaps present in graduates of vocational education. The research is qualitative-quantitative, exploratory, and descriptive. The methodology included a literature review to identify essential competencies and the collection of primary data through semi-structured interviews with professionals from six industrial companies across different segments (automotive, home appliances, refrigeration, electro-electronic, aeronautical, and writing materials). The results indicate a persistent and significant difficulty for companies in finding recent graduates with the adequate hard skills and soft skills to operate within the I4.0 context. The lack of qualified labor affects daily results, leading one of the companies to create its own maintenance school. It is concluded that the alignment between vocational education and the demands of I4.0 still faces operational challenges.

Keywords: Industry 4.0, Vocational Education, Competencies, Gaps, Soft Skills.

Resumen

La Industria 4.0 (I4.0) impone una transformación en el mercado laboral, demandando nuevas competencias técnicas y conductuales (*soft skills*) de los profesionales. Este trabajo investiga las percepciones de gerentes y líderes de recursos humanos sobre las



competencias exigidas por la I4.0, centrándose en la identificación de las brechas presentes en los egresados de la enseñanza profesionalizante. La investigación es de naturaleza cualitativa-cuantitativa, exploratoria y descriptiva. La metodología incluyó una revisión de literatura para identificar las competencias esenciales y la recopilación de datos primarios mediante entrevistas semiestructuradas con profesionales de seis empresas industriales de diferentes segmentos (automotriz, electrodomésticos, refrigeración, electroelectrónico, aeronáutico y materiales de escritura). Los resultados indican una dificultad persistente y significativa de las empresas para encontrar recién graduados con las *hard skills* y *soft skills* adecuadas para operar en el contexto de la I4.0. La escasez de mano de obra calificada afecta los resultados diarios, llevando a una de las empresas a crear su propia escuela de mantenimiento. Se concluye que la alineación entre la educación profesional y las demandas de la I4.0 aún enfrenta desafíos operativos.

Palabras clave: Industria 4.0, Enseñanza Profesionalizante, Competencias, Brechas, *Soft Skills*.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Schwab (2016), a Indústria 4.0 não é apenas uma evolução tecnológica, mas uma mudança fundamental na forma como as empresas operam e como a sociedade funciona. Ela oferece oportunidades para aumentar a eficiência, a produtividade e a personalização, mas também apresenta desafios relacionados à segurança cibernética, à privacidade de dados e à necessidade de repensar as competências da força de trabalho.

À vista disso, a adequação das competências dos trabalhadores às demandas da indústria é crucial tanto para o setor produtivo quanto para os governantes, cidadãos e a sociedade no geral. Para que haja um ajuste eficaz entre as necessidades das empresas e as qualificações dos profissionais, é fundamental estabelecer uma linguagem comum que permita descrever e comparar as competências exigidas e as disponíveis (Pinzone; Fantini; Taisch, 2024).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Nesse cenário, o ensino profissionalizante no Brasil enfrenta desafios significativos, especialmente à luz da Indústria 4.0, que traz uma nova realidade ao mercado de trabalho. Com a crescente digitalização e a adoção de tecnologias como inteligência artificial, automação e internet das coisas, é crucial que a educação profissional se adapte para preparar os alunos para essas mudanças (Machado, 2013).

Historicamente, o ensino técnico no Brasil tem sido visto como uma alternativa ao ensino superior, mas muitas vezes carece de infraestrutura, atualização curricular e alinhamento com as demandas do mercado. Isso resulta em uma desconexão entre as competências que os alunos desenvolvem e as competências exigidas pelas indústrias modernas (Stevan *et al.*, 2018).

No contexto atual, em que a tecnologia avança rapidamente, é essencial que a educação profissional se alinhe com as necessidades da indústria. Por meio de estágios, programas de mentoria e projetos conjuntos, os alunos têm a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos em situações reais, desenvolvendo competências práticas e uma compreensão mais profunda do funcionamento das empresas (Vicare *et al.*, 2023).

Além disso, essas parcerias podem contribuir para a inovação. Ao trabalhar lado a lado com as instituições de ensino profissionalizante, as indústrias podem influenciar a pesquisa e o desenvolvimento, criando soluções que atendam a problemas reais do mercado. Isso não apenas fortalece a competitividade das empresas, mas também impulsiona o crescimento econômico (Rebelo, 2020).

Entretanto, Schwab (2016) enfatiza a dificuldade das empresas em contratar profissionais qualificados para a Indústria 4.0 é um desafio que se intensifica à medida que as tecnologias avançam. Muitas organizações relatam que, apesar da crescente demanda por competências técnicas, como programação, análise de dados e manutenção de sistemas automatizados, há uma escassez de candidatos que possuam essas competências. Isso não apenas afeta a produtividade das empresas, mas também inibe a inovação, uma vez que a falta de talentos impede a implementação plena das novas tecnologias que podem melhorar processos e reduzir custos.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Além da escassez de competências técnicas, as empresas também enfrentam a necessidade de profissionais que possuam competências interpessoais, como trabalho em equipe, comunicação e adaptabilidade. A Indústria 4.0 não se trata apenas de tecnologia, mas também de colaboração entre equipes multidisciplinares. Infelizmente, muitos cursos de formação ainda não priorizam o desenvolvimento dessas *soft skills*, resultando em um mercado de trabalho que carece de profissionais capazes de se integrar eficientemente nas novas dinâmicas organizacionais (Schwab, 2016).

Logo, para enfrentar essa realidade, as empresas têm investido em programas de capacitação interna e parcerias com instituições de ensino. No entanto, esses esforços nem sempre são suficientes para suprir a demanda imediata por talentos. A criação de um ecossistema educacional que responda rapidamente às necessidades do mercado é essencial.

O fortalecimento das parcerias entre indústria e educação é uma estratégia essencial para preparar os jovens para o futuro do trabalho. Essa colaboração não apenas capacita os alunos, mas também promove um ciclo de aprendizado contínuo, onde todos ganham com a troca de conhecimentos e experiências (Su; Zhong, 2022).

Ao trabalhar lado a lado com as instituições de ensino profissionalizante, as indústrias podem influenciar a pesquisa e o desenvolvimento, criando soluções que atendam a problemas reais do mercado. Isso fortalece a competitividade das empresas e impulsiona o crescimento econômico (Rebelo, 2020).

Isso também inclui a atualização constante dos currículos e a promoção de estágios e projetos práticos que conectem os estudantes ao mundo real. Somente assim será possível formar profissionais aptos a enfrentar os desafios da Indústria 4.0, garantindo que as empresas possam prosperar em um ambiente competitivo (Autor; Salomons, 2018).

1.1. Questões e Objetivos de Pesquisa

Este artigo buscou responder a uma única questão:

- Quais são as lacunas de competências (técnicas e, principalmente, comportamentais) percebidas pelos gestores e líderes de Recursos Humanos do setor industrial em profissionais recém-egressos do ensino profissionalizante?

O Objetivo Geral é investigar as percepções de empregadores (gestores e líderes de recursos humanos) sobre as competências técnicas e comportamentais demandadas por soluções da Indústria 4.0, com foco no mapeamento das lacunas de competências existentes nos profissionais do ensino profissionalizante.

Os Objetivos Específicos incluem:

- Identificar e sistematizar na literatura as taxonomias de competências (técnicas e comportamentais) exigidas pelo contexto da Indústria 4.0;
- Mapear as lacunas de competências percebidas pelos gestores, diferenciando a natureza das carências (*hard skills* vs. *soft skills*) nos profissionais recém-egressos;
- Analisar as estratégias que as empresas investigadas estão adotando para mitigar o *skills gap*.

1.2. Justificativa

A Indústria 4.0 (I4.0), com a integração de tecnologias como inteligência artificial, *big data* e IoT, revolucionou os sistemas de produção e elevou a demanda por um novo perfil profissional, que detenha competências técnicas e, crucialmente, comportamentais e éticas.

No Brasil, no entanto, persiste um desafio crítico para as empresas do setor industrial: encontrar profissionais recém-formados pelo ensino profissionalizante que estejam adequados a esta nova realidade. Esta desconexão cria uma lacuna de competências (*skills gap*) que afeta diretamente a produtividade, a inovação e as operações diárias das organizações.

Neste contexto, a relevância deste estudo reside em analisar essa lacuna a partir da perspectiva de gestores e líderes de recursos humanos. Ao investigar a performance de

seus colaboradores recém-egressos, a pesquisa proporciona uma compreensão detalhada do desalinhamento entre o currículo profissionalizante e o mercado.

O estudo visa, portanto, contribuir para o debate acadêmico e prático, fornecendo subsídios para o fortalecimento das parcerias entre indústria e educação, essenciais para atualizar os currículos e garantir que o ensino profissionalizante prepare cidadãos com as competências especializadas requeridas pela indústria moderna.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A trajetória da indústria é marcada por transformações significativas, classificadas como Revoluções Industriais (RI), impulsionadas pelo aprimoramento tecnológico. O primeiro marco (1ª Revolução Industrial) foi a mecanização, seguido pelo emprego da energia elétrica (2ª Revolução Industrial) e, posteriormente, pela eletrônica e automação, que definiram a 3ª Revolução Industrial (Benesova; Tupa, 2017).

As indústrias representam o setor econômico dedicado à produção de bens materiais por meio de processos altamente mecanizados e automatizados. O conceito de indústria remonta à Primeira Revolução Industrial (Indústria 1.0), no final do século XVIII, que se caracterizou pela introdução de sistemas mecânicos de manufatura impulsionados pela água e energia a vapor. Quase um século mais tarde, por volta de 1870, a eletrificação, aliada à divisão do trabalho, deu origem à Segunda Revolução Industrial (Indústria 2.0), cujo marco foi a produção em massa e as linhas de montagem movidas a energia elétrica (Cobo, 2018).

A necessidade contínua de ganhos de eficiência conduziu à Terceira Revolução Industrial (Indústria 3.0). Esta fase foi moldada pela introdução de sistemas eletrônicos e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para promover a automação, estabelecendo a base para a mudança de paradigma produtiva (Santos *et al.*, 2018). O desenvolvimento ininterrupto das TICs levou, então, à introdução dos Sistemas Ciberfísicos (CPS), considerados o núcleo da mais recente e atual transformação: a



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Indústria 4.0. Tais transfigurações tecnológicas resultaram na extinção de muitas profissões ao longo da história.

Consequentemente, as Revoluções Industriais transcenderam o escopo meramente econômico, promovendo profundas transformações sociais. O período foi marcado por uma rápida urbanização, pela modificação das relações de trabalho e pela ascensão de novas classes sociais, como a trabalhadora e a classe média. Contudo, as condições de trabalho precárias estabelecidas nas fábricas foram um fator crucial, que impulsionou o surgimento de movimentos trabalhistas em defesa de direitos e melhores condições de vida (Stevan; Leme; Santos, 2018).

A Indústria 4.0 representa uma nova visão industrial com foco na automação de processos, digitalização e informatização, utilizando dados instantâneos para aumentar a produtividade e a personalização do produto, além de viabilizar a criação de novos modelos de negócios (Lima *et al.*, 2018).

A integração desses fatores resulta na Fábrica Inteligente. Sua implementação é guiada por princípios como a Interoperabilidade (capacidade de sistemas se comunicarem), a Virtualização (desmaterialização de processos), a Descentralização (tomada de decisão pelas máquinas), a Capacidade em Tempo Real, a Orientação a Serviços e a Modularidade (facilidade de acoplamento dos módulos de produção) (Barbosa; Aroca, 2017).

Não obstante, Jones e Confort (2017) sinalizam que nem todos os autores concordam com a totalidade desses princípios. A indústria automotiva, por sua vez, é um exemplo notório que impulsiona e integra essas tecnologias 4.0, contribuindo para toda a cadeia de abastecimento (Furstenau *et al.*, 2018).

Em suma, o legado dessas Revoluções é evidente na sociedade moderna, pois elas não só estabeleceram as bases para a economia contemporânea através de inovações disruptivas, mas também moldaram a estrutura social e as dinâmicas laborais atuais. A compreensão desse impacto histórico é fundamental para analisar a nova onda de



transformações imposta pela Indústria 4.0 (Stevan; Leme; Santos, 2018), que exige um novo alinhamento entre a formação profissional e as demandas do mercado de trabalho.

2.2. Tecnologias da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 representa uma verdadeira revolução na operação empresarial, integrando tecnologias avançadas para transformar processos produtivos e modelos de negócios. O núcleo dessa transformação reside em tecnologias habilitadoras como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), *big data*, robótica, realidade aumentada e impressão 3D (Ferroni *et al.*, 2015).

A Internet das Coisas estabelece a conectividade contínua entre máquinas e dispositivos, permitindo a coleta e a troca de dados em tempo real. Essa visibilidade facilita a manutenção preditiva e a otimização dos processos. Paralelamente, a Inteligência Artificial é crucial para analisar os vastos volumes de dados gerados, identificando padrões e insights que aprimoram a eficiência e reduzem custos operacionais (Miceli, 2020).

O *Big Data* suporta essa análise em uma escala sem precedentes, capacitando as empresas a tomar decisões mais informadas e estratégicas. Em termos de atuação física, a Robótica moderna introduz sistemas automatizados e colaborativos que não só elevam a produtividade, mas também aprimoram a segurança no ambiente de trabalho, assumindo tarefas repetitivas ou perigosas (Rebelo, 2020). A sinergia entre a coleta de dados e a automação de alta precisão é central para a eficiência da *Smart Factory*.

Outras tecnologias agregam suporte visual e flexibilidade à produção. A Realidade Aumentada oferece assistência interativa aos operadores, otimizando o treinamento e os processos de manutenção (Fareri *et al.*, 2020). Já a Impressão 3D (Manufatura Aditiva) possibilita a personalização de produtos e a redução de desperdícios, tornando a produção mais ágil e adaptável às demandas do mercado.

A Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), por sua vez, é essencial para o armazenamento e acesso flexível a grandes volumes de dados e aplicações, suportando a capacidade de processamento necessária para a I4.0.

Quanto a integração vertical, conecta todos os níveis da fábrica (máquina ao ERP), enquanto a horizontal liga a cadeia de valor (fornecedores e clientes), criando um fluxo de dados unificado.

Já a Simulação Digital, permite a criação de modelos virtuais de processos, produtos e fábricas, permitindo testar cenários e otimizar parâmetros antes da implementação física, reduzindo custos e riscos.

Em conjunto, essas tecnologias não apenas impulsionam a eficiência, mas também promovem a inovação e a sustentabilidade, redefinindo, assim, o futuro da manufatura e estabelecendo a Indústria 4.0 como uma mudança de paradigma (Miceli, 2020).

2.3. Conceito de Competência e Habilidade no Modelo do Iceberg

A competência é definida por Sanghi (2007) como uma característica subjacente e duradoura de um indivíduo que está causalmente relacionada a um desempenho eficaz ou superior em uma situação de trabalho. O autor estabelece uma importante distinção terminológica: "competência" refere-se ao comportamento pelo qual um resultado é alcançado, enquanto "competence" diz respeito à habilidade e ao padrão de desempenho atingido.

Assim, as "competencies" estão ligadas ao comportamento adotado para um desempenho competente, enquanto "competences" referem-se à gama de habilidades executadas satisfatoriamente. Em essência, as competências devem ser demonstráveis e observáveis, referindo-se ao comportamento que diferencia a performance superior da performance média.

Sanghi (2007) categoriza as características da competência em cinco tipos: motivos (o que consistentemente impulsiona a ação), traços (características físicas e

respostas consistentes), autoconceito (atitudes, valores e autoimagem), conhecimento (informação em áreas específicas) e habilidade (capacidade de executar uma tarefa física ou mental).

Nesse modelo, o autor classifica o conhecimento e a habilidade como as competências "visíveis" ou "na superfície". Por serem relativamente mais fáceis de serem desenvolvidas, geralmente por meio de treinamento, estas características estão diretamente relacionadas às *Hard Skills*. A distinção crucial, contudo, é que a competência se manifesta no "como" a habilidade é aplicada, ou seja, no comportamento final do indivíduo.

Competência é a interface entre o saber (conhecimento), o saber fazer (habilidade) e o querer fazer (atitude). O Modelo do Iceberg da Competência divide as competências em dois níveis:

Hard Skills (Competências de Superfície): Conhecimentos e habilidades técnicas, visíveis e facilmente mensuráveis (e.g., domínio de software, manutenção de sistemas).

Soft Skills (Competências de Fundo): Atitudes e comportamentos, como motivação, traços de personalidade, ética e valores, que são mais difíceis de serem desenvolvidos e observados.

2.4. Competências e Lacunas para a Indústria 4.0

A Indústria 4.0 exige que as competências humanas se reconfigurem, uma vez que a criação de valor não reside apenas na tecnologia em si, mas na forma como o ser humano interage e utiliza o potencial das ferramentas digitais. Enquanto as máquinas processam vastos *datasheets*, é o profissional que retém a capacidade crucial de analisar cenários complexos, identificar problemas e propor soluções inovadoras. Assim, para que as tecnologias digitais sejam plenamente aproveitadas, o colaborador deve possuir o domínio de sua aplicação e, conforme afirma Furstenau *et al.* (2018), uma compreensão fundamental de como esses novos sistemas funcionam.

Em vista disso, o Modelo do Iceberg é o suporte teórico essencial para diferenciar as competências exigidas pelo mercado de trabalho. Este modelo postula que as *Hard Skills* (conhecimento técnico e habilidades específicas) representam a porção visível do *iceberg* e são mais facilmente desenvolvidas. Em contrapartida, as *Soft Skills* (motivos, traços, autoconceito e valores) formam a porção submersa e mais duradoura, sendo estas as características que, na visão de Sanghi (2007) (autor base da sua discussão sobre competência), estão causalmente ligadas à diferenciação entre um desempenho superior e um desempenho médio no ambiente de trabalho da I4.0.

No contexto da Indústria 4.0, as *Hard Skills*, ou competências de superfície, evoluem de uma execução mecânica para uma capacidade de resolução de problemas de alta complexidade e de natureza analítica. O profissional precisa dominar ferramentas digitais para coletar e analisar dados em tempo real (*Big Data*), visando a otimização de fluxos de trabalho, a identificação de anomalias e a prevenção de falhas. Contudo, a obsolescência acelerada dessas competências técnicas, imposta pela velocidade da evolução tecnológica, representa um desafio contínuo para o Ensino Profissionalizante (Rebelo *et al.*, 2020).

As *Soft Skills*, ou competências de fundo, são indispensáveis para o sucesso na I4.0, onde a crescente complexidade dos sistemas exige maior colaboração entre equipes multidisciplinares. Habilidades comportamentais como trabalho em equipe, comunicação assertiva, adaptabilidade e, principalmente, raciocínio lógico e proatividade, são cruciais para a interpretação estratégica de dados e a tomada de decisões descentralizada. A escassez de profissionais com essas *soft skills* demonstra que os cursos de formação, conforme ressaltam Stevan, Leme e Santos (2018), ainda não priorizam o desenvolvimento eficaz dessas competências de fundo.

Por conseguinte, a lacuna de competências (*Skills Gap*) constitui o problema central da I4.0, caracterizada pela dificuldade persistente das indústrias em recrutar recém-formados pelo ensino profissionalizante que possuam as *hard skills* e *soft skills* adequadas ao novo contexto. Essa desconexão indica que o Ecossistema de Parceria

Indústria-Educação, idealizado para garantir o alinhamento curricular (Su; Zhong, 2022), pode não estar operacionalizado de forma eficaz.

O descompasso entre a tecnologia demandada pela I4.0 e as competências trabalhadas pelas instituições de educação profissional, resulta em uma insuficiência de talentos para suprir as necessidades imediatas do setor, como corroboram os achados de Rebelo *et al.* (2020).

O quadro a seguir, destaca algumas competências específicas da Indústria 4.0 e em sua maioria desenvolvidas no ensino profissionalizante, no que concerne a Técnicas (*Hard Skills*), e as Cognitivas, Socioemocionais, Gerenciais e Estratégicas, consideradas *Soft Skills*:

Quadro 1 - Competências para a Indústria 4.0 desenvolvidas no Ensino Profissionalizante

Categoria de Competência	Competências Específicas	Autores/Análise Curricular
Técnicas (Hard Skills)	Automação, Inteligência Artificial, Machine Learning, IoT	Akdur (2021); Akyazi <i>et al.</i> (2020a); Babic <i>et al.</i> (2022)
	Programação e desenvolvimento de software	Akdur (2021); Akyazi <i>et al.</i> (2020b)
	Análise de dados e tomada de decisão baseada em dados	Anshari; Hamdan (2022); Bokrantz <i>et al.</i> (2020)
	Manutenção preditiva e sensoriamento remoto	Bokrantz <i>et al.</i> (2020)
Cognitivas	Pensamento crítico e resolução de problemas complexos	Antonenko (2019); Akyazi <i>et al.</i> (2020a)
	Criatividade e inovação	Arcelay <i>et al.</i> (2021); Ayodele <i>et al.</i> (2021)
	Capacidade de adaptação e aprendizado contínuo	Arthur-Mensah (2020); Albizu <i>et al.</i> (2022)
Socioemocionais (Soft Skills)	Colaboração e trabalho em equipe multidisciplinar	Ayodele <i>et al.</i> (2020); Albizu <i>et al.</i> (2022)

	Comunicação eficaz em ambientes digitais	Antonenko (2019); Ayodele <i>et al.</i> (2021)
	Liderança e tomada de decisão em ambientes tecnológicos	Akdur (2021); Anshari; Hamdan (2022)
Gerenciais e Estratégicas	Gestão da inovação e transformação digital	Albizu <i>et al.</i> (2022); Anshari; Hamdan (2022)
	Planejamento estratégico com base em tecnologia	Ayodele <i>et al.</i> (2021); Babic <i>et al.</i> (2022)
	Conhecimento sobre cibersegurança e privacidade de dados	Anshari; Hamdan (2022); Bel <i>et al.</i> (2022)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

2.5. Ensino Profissionalizante

O ensino profissionalizante é estratégico para a formação de mão de obra qualificada. No entanto, historicamente, muitas vezes carece de atualização curricular e alinhamento com as demandas do mercado, o que resulta na lacuna de competências. O fortalecimento das parcerias entre indústria e educação é vital para promover um ciclo de aprendizado contínuo e a atualização curricular.

Diante do *skills gap* gerado pela I4.0, o Ensino Profissional e Tecnológico (EPT) deve transicionar para o modelo de Educação 4.0, que, na visão de Schwab (2016), exige uma reestruturação pedagógica que vai além da simples inclusão tecnológica. O EPT precisa focar na formação de um profissional capaz de aprender continuamente e de aplicar *hard skills* em sistemas ciberfísicos, enquanto demonstra *soft skills* essenciais. Para isso, o ambiente de aprendizado deve ser dinâmico, simulando a realidade industrial para desenvolver competências complexas e atitudes.

Por esse motivo, a renovação curricular é um passo imperativo para que o Ensino Profissionalizante atue na mitigação do *skills gap*, devendo ser um processo proativo que antecipe as demandas tecnológicas. O novo currículo deve ir além da inclusão de módulos sobre análise de dados, segurança cibernética e manutenção preditiva (Rebelo *et al.*, 2020), e deve garantir o desenvolvimento transversal e contínuo de *soft skills* por meio



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

de projetos práticos. Esse esforço de atualização é a chave para garantir que a formação esteja alinhada com a velocidade de inovação e as expectativas do setor industrial.

Logo, o alinhamento efetivo entre a formação e as demandas do mercado depende do fortalecimento das parcerias estratégicas entre a indústria e as instituições de ensino. Conforme defendido por Su e Zhong (2022), tais colaborações estabelecem um Ecossistema Dinâmico que beneficia todos os envolvidos, pois as empresas contribuem com insights sobre o estado da arte tecnológico e cases reais, enquanto as instituições garantem que seus egressos possuam as competências necessárias para a inserção eficaz no ambiente da I4.0.

Para solucionar o principal gargalo da I4.0, o desenvolvimento das *soft skills*, o ensino profissionalizante deve adotar metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). Essas metodologias colocam o aluno no centro da aprendizagem, obrigando-o a tomar decisões, comunicar-se em equipe e resolver problemas complexos (Vicare *et al.*, 2023). Ao simular os desafios da indústria, as metodologias ativas traduzem o conhecimento teórico em comportamento, proatividade e raciocínio lógico, preparando o indivíduo para o sucesso na Quarta Revolução Industrial.

3 MÉTODO

3.1. Tipo de Pesquisa e Etapas

Este artigo possui natureza qualiquantitativa, de caráter exploratório e descritivo. A abordagem qualiquantitativa, que combina dados numéricos com a interpretação das percepções dos participantes (Gil, 2008), foi essencial para analisar a complexidade do tema. O caráter exploratório buscou familiarizar o estudo com o tema ainda pouco consolidado das lacunas de competências na Indústria 4.0, enquanto a natureza descritiva concentrou-se em caracterizar o fenômeno sob a perspectiva dos empregadores.

O método desenvolvido desdobrou-se em fases sequenciais, iniciando pela Revisão de Literatura, seguindo pelo levantamento das competências desenvolvidas no



ensino profissionalizante (por meio de análise curricular), e culminando na coleta de dados primários via entrevistas com gestores e líderes industriais.

3.2. Participantes e Coleta de Dados

Foram selecionadas seis empresas industriais do interior do estado de São Paulo de diferentes segmentos (automotivo, eletrodomésticos, refrigeração, eletroeletrônico, aeronáutico e materiais de escrita).

Os participantes da pesquisa (Entrevistados) foram sete profissionais (Entrevistados 1 a 7) selecionados com base em dois pilares:

- Nível de Experiência /Tempo de Casa: Profissionais com múltiplos anos de experiência em suas áreas (ex: 25 anos de experiência).
- Cargos de Atuação: Líderes de produção, manutenção e analistas de Recursos Humanos, garantindo uma visão abrangente sobre a operação e a estratégia de recrutamento.

A coleta foi realizada por meio de roteiros de entrevistas semiestruturadas (Roteiro A e Roteiro B).

O Roteiro A foi aplicado majoritariamente a Analistas de Recursos Humanos e a Gerente de Qualidade. Seu foco principal foi obter uma visão estratégica e comportamental das competências, no qual as questões abordaram competências técnicas e comportamentais, lacunas observadas nos profissionais do ensino profissionalizante, adaptação e formação prática.

Já o Roteiro B foi aplicado aos profissionais entrevistados com atuação mais técnica e operacional, como Responsável Técnico, Técnico de Processos e Líder de Manutenção. O roteiro de perguntas se concentrou nos impactos diretos das lacunas de competências no chão de fábrica, com ênfase no impacto dos resultados diários, demandas técnicas específicas (*Hard Skills*), prioridades comportamentais (*Soft Skills*) no ambiente técnico/operacional, e transformação do conhecimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo destina-se à apresentação e à análise dos resultados obtidos por meio da metodologia qualiquantitativa aplicada, conforme detalhado no Capítulo 3.

A análise é dividida em duas grandes etapas: inicialmente, a identificação e discussão das competências exigidas pela Indústria 4.0, a partir do cruzamento da revisão bibliográfica com a análise curricular de programas de ensino profissionalizante; e, posteriormente, a confrontação dessas competências com a percepção do mercado de trabalho, por meio da análise das entrevistas semiestruturadas.

4.1. Caracterização das Empresas e Entrevistados

As seis empresas (A a F) atuam em diferentes segmentos e variam em porte e tipo de produção (e.g., automotiva, eletrodomésticos, manutenção aeronáutica).

Os entrevistados exerciam cargos de gestão ou de nível estratégico em suas áreas:

- Empresa A (Automotiva): Gerente de Qualidade (Produção) e Analista de RH.
- Empresa B (Aeronáutica): Responsável Técnico.
- Empresa C (Eletroeletrônica): Técnico de Processos.
- Empresa D (Materiais de Escrita): Líder de Manutenção.
- Empresa E (Eletrodomésticos/Refrigeração): Analista de Recursos Humanos.
- Empresa F (Eletroeletrônica): Analista de Recursos Humanos.

O Quadro 2, apresenta a identificação de cada um dos sete entrevistados, relacionados aos cargos e empresas que atuam.

Quadro 2 - Identificação dos Entrevistados

Identificador	Cargo	Empresa
E1	Gerente de Qualidade (Produção)	A
E2	Analista de Recursos Humanos	A
E3	Responsável técnico	B
E4	Técnico de Processos (Líder)	C



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

E5	Líder de Manutenção	D
E6	Analista de Recursos Humanos	E
E7	Analista de Recursos Humanos	F

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em vista disso, o perfil diversificado dos participantes, com representatividade de seis segmentos industriais (Automotivo, Eletrodomésticos, Refrigeração, Eletroeletrônico, Aeronáutico e Materiais de Escrita), garante uma visão abrangente sobre o *skills gap* no cenário local, indo além das fronteiras de um único nicho industrial. Os cargos de gestão e liderança ocupados pelos entrevistados (E1 a E7) garantem que as percepções refletidas nos resultados representam uma visão estratégica e crítica, baseada na experiência direta com a contratação e o desenvolvimento de recém-formados.

Isto posto, a análise subsequente aborda as categorias temáticas emergentes das entrevistas, organizadas em torno das lacunas comportamentais (*soft skills*), desalinhamento técnico (*hard skills*), assim como as reações estratégicas adotadas pelas empresas para suprir essas deficiências.

4.2. Lacunas de Competências Percebidas pelos Empregadores

A análise das entrevistas semiestruturadas com os sete profissionais (E1 a E7) de seis empresas (A a F) de diferentes segmentos revelou um forte consenso sobre o *skills gap*, com a carência de *Soft Skills* sendo o principal entrave para a inserção dos recém-egressos do ensino profissionalizante no contexto da Indústria 4.0.

A carência mais acentuada foi identificada nas competências comportamentais, os elementos do "fundo do iceberg". O Entrevistado 1 (E1), Gerente de Qualidade da Empresa A (Automotiva), ressaltou que a dificuldade primária não reside no conhecimento teórico, mas na capacidade de aplicação em cenários dinâmicos, destacando a falta de proatividade e raciocínio lógico. Para o E1, essa carência é crítica, pois prolonga o tempo de adaptação dos novos contratados para uma média de oito meses.

De maneira complementar, o Entrevistado 3 (E3), Responsável Técnico da Empresa B (Aeronáutica), apontou severas deficiências em comunicação interpessoal e colaboração, consideradas essenciais para as equipes multidisciplinares da fábrica inteligente. O E3 chegou a citar falhas de comunicação que resultaram em interrupções custosas na produção.

Por sua vez, o Entrevistado 4 (E4), Técnico de Processos (Líder) da Empresa C (Eletroeletrônica), e o Entrevistado 6 (E6), Analista de Recursos Humanos da Empresa E (Eletrodomésticos/Refrigeração), enfatizaram a falta de senso de dono, resiliência e iniciativa para o aprendizado contínuo. O E6 complementou que a dificuldade de adaptabilidade e flexibilidade à mudança é crítica, dado o ritmo acelerado de evolução dos processos na I4.0.

O Entrevistado 7 (E7), Analista de Recursos Humanos da Empresa F (Eletroeletrônica), sintetizou o problema como uma "lacuna de Cultura 4.0", onde o comportamento ético e a transparência no manuseio de dados são aspectos frágeis nos recém-egressos. Os demais participantes, como o E2 (Analista de RH da Empresa A - Automotiva) e o E5 (Líder de Manutenção da Empresa D - Materiais de Escrita), também confirmaram a gravidade da lacuna transversalmente citada por todos os líderes.

A dificuldade persistente tem levado as empresas a adotarem medidas estratégicas próprias para mitigar o *skills gap*. Os entrevistados E4 (Empresa C) e E7 (Empresa F) confirmaram a tendência de priorizar candidatos com *soft skills* excelentes em detrimento de *hard skills* perfeitas, baseando-se na premissa de que o comportamento é mais difícil de ser moldado do que a técnica.

Em uma ação mais drástica, o E4 (Empresa C) revelou que a empresa decidiu criar uma "Escola de Formação" própria com o objetivo de desenvolver internamente as *soft skills*, suprimindo a falha do ensino formal. Como solução, o E6 (Empresa E) sugeriu que as instituições de ensino deveriam replicar essa urgência, adotando massivamente o Aprendizado Baseado em Projetos (PBL) como o meio mais eficaz para desenvolver essas competências em ambientes de incerteza.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa cumpriu seu objetivo principal ao mapear as lacunas de competências na perspectiva de gestores industriais e confrontá-las com a formação oferecida pelo ensino profissionalizante. A conclusão mais robusta reside na confirmação de que o gap de qualificação é eminentemente comportamental, com carências graves em *soft skills* como Raciocínio Lógico, Proatividade e Adaptabilidade, corroborando a literatura (Schwab, 2016).

Os achados demonstram que, enquanto as instituições se concentram na atualização das *hard skills* (que também apresentam defasagem), o mercado prioriza a contratação de talentos com atitudes alinhadas à cultura 4.0, dispostos a aprender e a se comunicar eficazmente. A maior contribuição deste trabalho é a validação empírica de que o alinhamento curricular deve focar menos na tecnologia isolada e mais nas metodologias de ensino (como o PBL) que fomentam essas competências difíceis de mensurar.

Diante da dificuldade sistêmica em encontrar mão de obra alinhada, um dos resultados de maior impacto foi a revelação de que a própria indústria tem assumido o papel formativo. A criação de "Escolas de Formação" internas, citada pelos entrevistados (E4 e E7), não é apenas uma reação, mas um indicador do desalinhamento entre o que é ensinado e o que é necessário.

Tais iniciativas empresariais confirmam a urgência em repensar a parceria Indústria-Educação (Su; Zhong, 2022), mas sob uma nova lógica, onde as empresas precisam participar ativamente na cocriação dos currículos. Nesse contexto, a proposição de um Protocolo de Ações constitui a principal contribuição prática deste trabalho, oferecendo um guia estruturado para que as instituições de ensino profissionalizante promovam a renovação curricular e pedagógica de forma sistêmica.

Apesar de o estudo ter alcançado seus objetivos, é fundamental reconhecer algumas limitações. O caráter exploratório da pesquisa e a limitação geográfica (focada em uma região específica do Brasil) podem restringir a generalização dos resultados. Além disso,



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

as percepções foram obtidas exclusivamente do lado empregador, o que abre espaço para futuras investigações.

Sugere-se que pesquisas subsequentes incluam a percepção de coordenadores pedagógicos e professores do ensino profissionalizante, estabelecendo um contraponto com a visão dos gestores. Outra linha de pesquisa promissora seria a aplicação e validação empírica do Protocolo de Ações proposto, mensurando o impacto direto em indicadores de empregabilidade e satisfação das empresas parceiras. Tais estudos complementares aprofundariam o entendimento sobre a efetividade das mudanças educacionais necessárias para a consolidação da I4.0.

REFERÊNCIAS

AKDUR, D. Lacunas de habilidades na indústria: opiniões de profissionais de software embarcado. **ACM Transactions on Embedded Computing Systems**, New York, v. 20, n. 6, p. 1-30, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/3483340>. Acesso em: 17 jan. 2025.

AKYAZI, T.; GOTI, A.; OYARBIDE, A.; ALBERDI, E.; BAYON, F. Um guia para a alimentação industrial para atender às futuras necessidades de habilidades emergentes com a Indústria 4.0. **Automation**, Gilching, v. 8, n. 4, p. 482, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.3300/oodsB040492>. Acesso em: 1º set. 2025.

AKYAZI, T.; GOTI, A.; OYARBIDE-ZUBILLAGA, A.; ALBERDI, E.; CARBALLEDO, R.; IBEAS, R.; GARCIA-BRINGAS, P. Requisitos de habilidades para o setor europeu de máquinas-ferramentas emergentes da sua digitalização. **Metals**, Basel, v. 10, n. 12, p. 1665, 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/me110121865>. Acesso em: 7 set. 2025.

ALBIZU, M.; ESTENSORO, M.; FRANCO, S. Educação e formação profissional e serviços empresariais intensivos em conhecimento: um relacionamento promissor na era digital. **Foresight STI Governance**, Bingley, v. 16, n. 2, p. 65-78, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17323/2500-2597-2022-2-65-78>. Acesso em: 7 set. 2025.

ANSHARI, M.; HAMDAN, M. Compreendendo a gestão do conhecimento e a qualificação na Quarta Revolução Industrial: mudança transformacional e modelo SECI. **VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems**, Bingley, v. 52, n. 3, p. 373-393, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/VJIKMS-09-2021-0201>. Acesso em: 7 set. 2025.

ANTONENKO, P. D. Neurociência educacional: explorando processos cognitivos que fundamentam o aprendizado. *In*: PARSONS, T.; LIN, L.; COCKERHAM, D. (ed.). **Mente, cérebro e tecnologia**: questões e inovações. Cham: Springer, 2019. p. 27-48. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-02631-8_3. Acesso em: 7 set. 2025.

ARCELAY, I.; GOTI, A.; OYARBIDE-ZUBILLAGA, A.; AKYAZI, T.; ALBERDI, E.; GARCIA-BRINGAS, P. Definição das necessidades futuras de competências dos perfis de emprego no setor das energias renováveis. **Energies**, Basel, v. 14, n. 9, p. 2609, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en14092609>. Acesso em: 7 set. 2025.

ARTHUR-MENSAH, N. Preenchendo a lacuna de habilidades entre a indústria e a educação para o desenvolvimento de recursos humanos. **Industrial and Commercial Training**, Bingley, v. 52, n. 2, p. 93-103, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ICT-11-2019-0105>. Acesso em: 7 set. 2025.

AUTOR, D.; SALOMONS, A. **Is automation labor-displacing?** Productivity growth, employment, and the labor share. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2018. 74 p., (NBER Working Paper n. 24871). Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w24871>. Acesso em: 1º set. 2025.

AYODELE, T.; OLADOKUN, T.; KAJIMO-SHAKANTU, K. Habilidades de empregabilidade de graduados em imóveis na Nigéria: uma análise de lacuna de habilidades. **Journal of Facilities Management**, Bingley, v. 18, n. 3, p. 297-323, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JFM-04-2020-0027>. Acesso em: 7 set. 2025.

AYODELE, T.; ADEGOKE, O.; KAJIMO-SHAKANTU, K.; OLOYE, O. Fatores que influenciam lacuna de habilidades sociais de graduados em imóveis na Nigéria. **Property Management**, Bingley, v. 39, n. 5, p. 581-599, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/PM-08-2020-0051>. Acesso em: 7 set. 2025.

BABIC, M.; BILEY, A.; NAGER, M.; WUEST, T. Status quo dos currículos de manufatura inteligente esclarecidos por programas de Engenharia Industrial credenciados pela ABET nos EUA. **Manufacturing Letters**, Amsterdam, v. 33, p. 944-951, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2022.07-115>. Acesso em: 7 set. 2025.

BARBALHO, S. Um observatório latino-americano da indústria 4.0. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE INOVAÇÃO E GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO, 12., 2019, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: [s. l.], 2019. p. 1-16.

BARBOSA, G. F.; AROCA, R. V. An IoT-based solution for control and monitoring of additive manufacturing processes. **Revista Produção Online**, [s. l.], v. 6, n. 158, p. 1-2, 2017. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/158>. Acesso em: 1º set. 2025.

- BEL, A.; JAYAWARDENA, N.; PEREIRA, V.; ISLAM, N.; DE GIUDICE, M.; CHOUDRE, J. Gamificação e *e-learning* para jovens aprendizes: uma revisão sistemática da literatura, análise bibliométrica e agenda de pesquisa futura. **Technological Forecasting & Social Change**, Amsterdam, v. 176, 121445, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121445>. Acesso em: 1º set. 2025.
- BENESOVA, A.; TUPA, J. Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, Amsterdam, v. 11, p. 2195-2202, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>. Acesso em: 1º set. 2025.
- BOKRANTZ, J.; SKOOGH, A.; BERLIN, C.; WUEST, T.; STAHR, J. Manutenção inteligente: uma conceitualização empiricamente fundamentada. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 223, 107534, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107534>. Acesso em: 1º set. 2025.
- COBO, M. J. Industry 4.0: a perspective based on bibliometric analysis. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 139, p. 364-371, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.278>. Acesso em: 1º set. 2025.
- FARERI, S.; FANTONI, G.; CHIARELLA, G.; COLI, E.; BOTTI, A. Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining. **Computers in Industry**, Amsterdam, v. 118, 103222, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103222>. Acesso em: 1º set. 2025.
- FERRONI, E. *et al.* A plataforma Arduino e suas aplicações. **Revista Da UI_IPSantarém**, v. 3, n. 2. Disponível em: <https://doi.org/10.25746/ruiips.v3.i2.14354>. Acesso em: 1º set. 2025.
- FURSTENAU, L. B.; DRESCH, A.; ANTUNES, J. A. V.; LACERDA, D. P. Uma abordagem da evolução dos conceitos inerentes da indústria 4.0: uma análise bibliométrica na base Scopus. *In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2018, Santa Cruz do Sul. **Anais [...]**. Santa Cruz do Sul: [s. l.], 2018. p. 1-10.
- JONES, P.; COMFORT, D. The forest, paper and packaging industry and sustainability. **International Journal of Sales, Retailing and Marketing**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 3-21, 2017.
- LIMA, F. V. R.; SILVA, L. C.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, J. P. Análise bibliométrica da produção científica relacionada à quarta revolução industrial (Indústria 4.0). **Revista Produção Online**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 1-15, 2018. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1234>. Acesso em: 1º set. 2025.
- MICELI, A. **Tendências de marketing e tecnologia 2020**: humanidade redefinida e os novos negócios. São Paulo: Infobase Interativa, 2020.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

PINZONE, M.; FANTINI, P.; TAISCH, M. Skills for Industry 4.0: a structured repository grounded on a generalized enterprise reference architecture and methodology-based framework. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, Londres, v. 37, n. 8, p. 952-971, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2024.2334188>. Acesso em: 1º set. 2025.

REBELO, G. Pensar o trabalho na era digital. **International Studies on Law and Education**, [s. l.], v. 39, p. 23-34, 2020. Disponível em: <http://www.hottopos.com/isle39/23Gloria.pdf>. Acesso em: 1º set. 2025.

SANGHI, S. **The Handbook of Competency Mapping**: Understanding, Designing and Implementing Competency Models in Organizations. 2. ed. New Delhi: Response Books (SAGE Publications), 2007.

SANTOS, B. P.; SILVA, L. A.; CELES, C. S.; NETO, J. B.; PERES, B. S. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <https://revistas.unievangelica.edu.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/2345>. Acesso em: 7 set. 2025.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. New York: Crown Business, 2016.

STEVAN, S.; LEME, M.; SANTOS, M. **Indústria 4.0**: fundamentos, perspectivas e aplicações. São Paulo: Érica, 2018.

SU, J.; ZHONG, Y. Artificial intelligence (AI) in early childhood education: curriculum design and future directions. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, Amsterdam, v. 3, 100072, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100072>. Acesso em: 1º set. 2024.

TOAZZA, G. F.; SELLITO, M. A. Estratégia de manutenção preditiva no departamento gráfico de uma empresa do ramo fumageiro. **Revista Produção Online**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 789-810, 2015. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1567>. Acesso em: 7 set. 2025.

VICARI, R.; BRACKMANN, C. P.; MIZUSAKI, L.; GALAFASSI, C. **Inteligência artificial na educação básica**. São Paulo: Novatec, 2023. Disponível em: <https://novatec.com.br/livros/inteligencia-artificial-na-educacao-basica/>. Acesso em: 7 set. 2025.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários?**. São Paulo: Atlas, 2009.

WAGIRE, A. A.; JOSHI, M. P.; RATHORE, A. P.; SHARMA, R. Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. **Production Planning & Control**, Londres, v. 32, n. 8, p. 603-622, 2021.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1744766>. Acesso em: 7 set. 2025.

WOLLSCHLAEGER, M.; SAUTER, T.; JASPERNEITE, J. The future of industrial communication: automation networks in the era of the Internet of Things and Industry 4.0. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, Piscataway, v. 11, n. 1, p. 17-27, 2017.

Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MIE.2017.2649104>. Acesso em: 7 set. 2025.

YONG, Y.; STECKE, K. E.; LI, D. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, Londres, v. 56, n. 1-2, p. 848-861, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>. Acesso em: 7 set. 2025.