



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Universidade Federal do Espírito Santo

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

PADRÕES PROFISSIONAIS COMO FATOR DE ADAPTAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS À INDÚSTRIA 4.0: ABORDAGENS PARA O DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

PROFESSIONAL STANDARDS AS A FACTOR FOR ADAPTING HUMAN RESOURCES TO INDUSTRY 4.0: APPROACHES FOR DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION IN PUBLIC ADMINISTRATION

LOS ESTÁNDARES PROFESIONALES COMO FACTOR DE ADAPTACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS A LA INDUSTRIA 4.0: ENFOQUES PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Brenda de Jesus Moraes Araújo¹ & Armando Araújo de Souza Junior²

^{1,2} Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

¹ brendadejesus@ufam.edu.br ² armandoaraujo@ufam.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 19.05.2023

Aprovado: 13.07.2023

Disponibilizado: 15.08.2023

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0; Competências; Recursos Humanos; Serviço Público.

KEYWORDS: Industry 4.0; Skills; Human Resources; Public service.

PALABRAS CLAVE: Industria 4.0; Habilidades; Recursos humanos; Servicio publico.

*Autor Correspondente: Araújo, B. de J. M.

RESUMO

Os avanços progressivos experimentados na cadeia produtiva ao longo da história nos colocaram diante da Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0 (I4.0), marcada pelo uso extensivo da internet, robótica e digitalização. Há uma grande perspectiva que governos promovam tecnologias da I4.0, a fim de aperfeiçoar a gestão dos recursos públicos, bem como permitir a superação das limitações de processos e estruturas burocráticas estatais. Todavia, as transformações tecnológicas introduzidas por esse conceito mudam fundamentalmente as condições de trabalho das organizações e trazem sérias implicações para empregos e profissões. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é investigar as competências e habilidades essenciais à força de trabalho para implementação da I4.0 no setor público. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura na base de dados Google Acadêmico (GA), Web of Science (WoS) e Scopus. A análise de conteúdo demonstrou que, para além da necessidade de conhecimento técnico, é imperioso que os trabalhadores possuam capacidade de trabalhar sob pressão, coordenar e resolver problemas complexos, além da responsabilidade pessoal na tomada de decisões. Ao final, foi possível derivar um quadro sintetizado, o qual identifica as dimensões que deverão ser consideradas ao se avaliar os padrões profissionais para adaptação à I4.0.

ABSTRACT

The progressive advances experienced in the production chain throughout history have placed us before the 4th Industrial Revolution, also known as Industry 4.0 (I4.0), marked by the extensive use of the Internet, robotics and digitization. There is a great perspective that governments

promote I4.0 technologies in order to improve the management of public resources, as well as to allow overcoming the limitations of processes and state bureaucratic structures. However, the technological transformations introduced by this concept fundamentally change the working conditions of organizations and bring serious implications for jobs and professions. In this sense, the objective of the present study is to investigate the essential skills and abilities of the workforce for the implementation of I4.0 in the public sector. For this, a literature review was carried out in the Google Scholar (GA), Web of Science (WoS) and Scopus database. Content analysis showed that, in addition to the need for technical knowledge, it is imperative that workers have the ability to work under pressure, coordinate and solve complex problems, in addition to personal responsibility in decision-making. In the end, it was possible to derive a synthesized table, which identifies the dimensions that should be considered when evaluating professional standards for adaptation to I4.0.

RESUMEN

Los progresivos avances experimentados en la cadena productiva a lo largo de la historia nos sitúan ante la 4ª Revolución Industrial, también conocida como Industria 4.0 (I4.0), marcada por el uso extensivo de Internet, la robótica y la digitalización. Existe una gran perspectiva de que los gobiernos promuevan las tecnologías I4.0, con el fin de mejorar la gestión de los recursos públicos, así como permitir superar las limitaciones de procesos y estructuras burocráticas estatales. Sin embargo, las transformaciones tecnológicas introducidas por este concepto cambian fundamentalmente las condiciones de trabajo de las organizaciones y traen serias implicaciones para los trabajos y profesiones. En este sentido, el objetivo del presente estudio es investigar las competencias y habilidades esenciales de la fuerza laboral para la implementación de I4.0 en el sector público. Para ello se realizó una revisión bibliográfica en la base de datos Google Scholar (GA), Web of Science (WoS) y Scopus. El análisis de contenido mostró que, además de la necesidad de conocimientos técnicos, es imperativo que los trabajadores tengan la capacidad de trabajar bajo presión, coordinar y resolver problemas complejos, además de la responsabilidad personal en la toma de decisiones. Al final, fue posible derivar una tabla sintetizada, que identifica las dimensiones que deben ser consideradas al evaluar los estándares profesionales para la adaptación a I4.0.



INTRODUÇÃO

As transformações introduzidas na indústria, decorrentes da busca incessante por competitividade, mudaram a organização do processo produtivo ao longo da história e ficaram conhecidas como Revoluções Industriais (Avitia-Carlos et al., 2019). A Inglaterra foi o berço da primeira revolução industrial e introduziu as máquinas a vapor, energia hidráulica e mecanização no sistema produtivo. Com a segunda revolução industrial, introduziu-se o uso de eletricidade e o desenvolvimento de técnicas de produção em massa e racionalização do processo produtivo por meio divisão do trabalho (Coelho, 2016). A utilização da robótica foi o grande marco da terceira revolução industrial, cujo foco era a automação da manufatura, conforme evidenciam Ghobakhloo (2018), Sakural e Zuchi (2018).

Os avanços progressivos experimentados pelas três primeiras revoluções, que duraram quase 200 anos, nos colocaram diante de um novo marco industrial, o qual convencionou-se chamar de Quarta Revolução Industrial ou também, Indústria 4.0 (I4.0) fortemente marcada pelo uso extensivo da internet, robótica e digitalização, de forma integrada, no ambiente de produção (Kagermann, Wahlster, & Helbig 2013). Esse conceito foi abordado pela primeira vez na Feira de Hannover, em 2011, na Alemanha, fundamentando que a integração de máquinas, sistemas e ativos permitiria a criação de “fábricas inteligentes”, as quais possuiriam autonomia para programar manutenções, prever falhas e proceder mudanças nos processos produtivos, conforme aludido pelos autores Liao et al. (2018) e Oesterreich e Teuteberg (2016).

Os princípios dessa nova indústria estão solidificados na virtualização, interoperabilidade, descentralização, agilidade, orientação de serviços, integração de processos de negócios e gerenciamento de dados em tempo real. Além disso, nove tendências de tecnologias disruptivas formam a base da I4.0, quais sejam: *big data analytics*; *cloud computing*; simulação; sistemas de integração horizontal e vertical; robôs; realidade aumentada; manufatura aditiva; e Internet das Coisas - IoT (Ustundag & Cevikcan, 2017; Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

As inovações trazidas pela I4.0, tornaram a produção mais autônoma e dinâmica, uma vez que se alicerça na integração de tecnologias, informação e comunicação, permitindo a produção de produtos extremamente customizados, orientados para oferecer maior nível de personalização por cliente, aliado à velocidade e produção em larga escala. Isso é possível em virtude da sistemática de coleta e análise de dados em todas as máquinas, o que torna os processos mais flexíveis, mais dinâmicos, mais eficientes, e se reflete no aumento da qualidade dos produtos e na redução dos custos (Santos et al., 2017; Tortorella & Fettermann, 2018).

A implementação do conceito da I4.0 na cadeia produtiva muda fundamentalmente as condições de trabalho das organizações e traz sérias implicações para habilidades, competências, empregos e profissões, face à complexidade dos futuros sistemas de produção. Os sistemas de fabricação inteligentes automatizam procedimentos repetitivos, ao mesmo



tempo que exigem o desenvolvimento de atividades extremamente complexas, interconectadas e com o processamento de grande volume de dados, que demandam análise crítica (Erol et al., 2016; Mohelska & Sokolova, 2018).

Assim, como no setor privado, as organizações públicas estão buscando cada vez mais a eficiência dos seus processos e a racionalização dos gastos, a fim de possibilitar a melhoria da prestação dos serviços à sociedade, bem como promover a *accountability*. Esse movimento tem impulsionado a digitalização do setor público, exigindo um perfil de servidores capazes de interagir com vários sistemas, realizar a análise de dados e tomar decisões mais inteligentes diante de um cenário de contingenciamento de recursos. Nesse contexto, impõe às organizações a adoção de estratégias de desenvolvimento e qualificação da força de trabalho atual e futura, de modo que os funcionários estejam capacitados para assumir atividades mais estratégicas, coordenativas e criativas (Fitsilis, Tsoutsas, & Gerogiannis, 2018; Hecklau et al., 2016; Stern et al., 2018).

Em vista disso, emerge a necessidade de adaptação do perfil profissional dos servidores públicos para o desempenho de competências tecnológicas específicas e atualizadas, bem como a necessidade de formação de equipes mais ágeis e multidisciplinares, capazes de conduzir o setor público à I4.0. Nesse cenário, o capital humano é reconhecido como o recurso estratégico do país, desempenhando um papel importante na criação das condições necessárias para o desempenho da inovação na administração pública (Chulanova, 2019; Stern et al., 2018).

Ao abordar os aspectos sociais da I4.0, estudando as competências e habilidades essenciais à força de trabalho para implementação desse conceito no contexto público, sob a perspectiva do aumento de eficiência e alto desempenho, este estudo se mostra relevante, dada a desafiadora tarefa de gerenciar profissionais em organizações do setor público.

Nessa direção, este estudo se propõe a identificar as competências e habilidades essenciais à força de trabalho para o desenvolvimento da I4.0, visando aplicar essas premissas ao setor público. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão da literatura, a fim de reunir o conjunto de competências mais importantes citadas pelos autores que estudam o tema, delineando as dimensões que deverão ser observadas para possibilitar a adaptação dos recursos humanos a essa nova realidade.

INDÚSTRIA 4.0

O conceito Indústria 4.0 apareceu pela primeira vez na Alemanha, durante a Feira de Hannover, em 2011, e foi apresentado como uma estratégia do governo para aumentar a produtividade e eficiência da indústria alemã, fazendo uso de inovações de alta tecnologia, a fim de garantir a forte posição competitiva desse país no mercado mundial (Avitia-Carlos et al., 2019; Kagermann & Wahlster; Helbig, 2013).

Hermann, Pentek e Otto (2016) e Sacomano et al. (2018) citam que os elementos fundamentais da I4.0 representam a base tecnológica sobre a qual o próprio conceito se sustenta e sem os quais seria ineficaz considerar sua própria existência, sendo eles: Sistemas



Ciber-físicos; Internet das Coisas (IoT); Internet de Serviços (IoS) e; especificamente para Hermann, Pentek e Otto (2016), Fábrica Inteligente.

Os autores explicam que os sistemas Ciber-Físicos (*cyber-physical systems* - CPS) controlam processos físicos, por meio de uma cópia virtual, dentro da estrutura modular das Fábricas Inteligentes (*smart factories*), permitindo assim a definição de soluções e decisões. A IoT possibilita, em tempo real, a comunicação e cooperação da CPS entre si e com os humanos, auxiliando pessoas e máquinas na execução de suas tarefas. E, por meio da IoS, participantes da cadeia de valor ofertam e utilizam serviços internos e externos à organização.

Nesse sentido, Müller, Buliga e Voigt (2018) corroboram avaliando que a I4.0 integra todos os elementos por meio da CPS, e que esse nível de interligação permite o surgimento da ligação Máquina-Máquina (MM), Humano-Máquina (HM) e Máquina-Humano-Máquina (MHM), o que gera eficiência e resulta em criação de valor para a indústria. Com efeito, essa nova forma de interação pressupõe a análise e armazenamento de dados demasiados grandes (*Big Data*) ao longo de toda a cadeia produtiva, a fim de possibilitar ações preventivas e corretivas e a adaptabilidade, em tempo real, às condições alteradas (Benešová & Tupa, 2017).

Para Rübél et al. (2018) a I4.0 possibilita um modelo de negócio proativo, a partir da gestão, otimização e integração de redes de valor inteiras, que realizam um acompanhamento inteligente e permitem a tomada de decisão autônoma. Assim sendo, a I4.0 favorece à customização, interação e hibridez.

Ainda nessa perspectiva, de acordo com Li e Lau (2019), o monitoramento real da produção em massa em diferentes localidades, a digitalização e a capacidade de resolver problemas proativamente são componentes fundamentais para o entendimento do conceito de I4.0. Nessa lógica, Dombrowski, Richter e Krenkel (2017) destacam que a I4.0 é uma rede inteligente, conectada em tempo real, que interliga pessoas e equipamentos e seu principal objetivo é melhorar a gestão de processos e gerar valor na cadeia produtiva.

Alicerçado nos conceitos apresentados, Hermann, Pentek e Otto (2016) definiram a I4.0 como um termo coletivo para tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor. Nas Fábricas Inteligentes, estruturadas de forma modular, o CPS monitora e controla os processos físicos, a partir de uma cópia virtual, que possibilita a tomada de decisões descentralizadas. Na IoT, os CPS interagem e cooperam entre si e com humanos em tempo real, para atingir objetivos comuns. Por meio do IoS, serviços internos e interorganizacionais são oferecidos e utilizados pelos participantes da cadeia de valor, permitindo que os processos produtivos sejam autônomos.

A capacidade de prever falhas, de autocorreção e flexibilidade do processo de produção são evidenciadas como características da I4.0, e são possíveis mediante a integração e conexão, ao longo de toda a cadeia de valor, entre sensores, ambientes de trabalho, máquinas e sistemas de Tecnologia da Informação, utilizando protocolos da internet. Dessa forma, os



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

processos serão mais ágeis, mais flexíveis e mais eficientes, permitindo que os produtos tenham custos reduzidos, porém com alta qualidade (Rüssmann et al., 2015).

As transformações promovidas pelos avanços tecnológicos dos últimos anos, são considerados os pilares para a construção da I4.0 e já estão sendo usados, em grande parte, nos processos produtivos, porém sem explorar o seu potencial de ação quando interagem entre si em tempo real e de maneira interconectada. Agora, com o advento da I4.0, essas tecnologias transformarão a produção: células isoladas se unirão proporcionando um fluxo de produção totalmente integrado, automatizado e otimizado, elevando o nível de eficiência e promovendo mudanças nas relações tradicionais de produção. A Figura 1 apresenta os nove avanços tecnológicos fundamentais que formam a base da I4.0 (Ejsmont, 2021; Rüssmann et al., 2015).

Figura 1. As 9 Tecnologias Habilitadoras



Fonte: Adaptado de Rüssmann et al. (2015, p. 2).

INDÚSTRIA 4.0 E O DESAFIO DOS RECURSOS HUMANOS

Diante desse cenário, com processos de produção altamente interligados e digitalizados, nos quais a capacidade de inovação se torna o diferencial competitivo, face às constantes e rápidas mudanças nas expectativas e necessidades dos clientes, é imperativo, além do investimento em tecnologia, a adoção de novas estratégias de qualificação dos colaboradores que precisarão desenvolver competências e conhecimentos para assumir atividades mais estratégicas, coordenativas e criativas (Hecklau et al., 2016). Mohelska e Sokolova (2018), destacam que grande parte dos estudos sobre a I4.0 se debruçam sobre os aspectos técnicos, sem considerar abordagens gerenciais e de cultura organizacional, segundo as quais são determinantes para concepção desse conceito.



Não obstante ao importante constructo teórico em torno do conceito de competência, este estudo considerou a definição utilizada por Chulanova (2019), o qual classifica competência como um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para o desempenho eficaz de uma determinada atividade. Ela envolve a capacidade de aplicar conhecimentos e habilidades de forma integrada para alcançar resultados desejados. No contexto da Indústria 4.0, as competências vão além das habilidades técnicas e incluem também competências socioemocionais, como pensamento crítico, criatividade, capacidade de adaptação, trabalho em equipe e habilidades de comunicação (Avitia-Carlos et al., 2019).

Um dos grandes desafios a serem superados para implementação bem-sucedida da I4.0 é a formação adequada e treinamento da força de trabalho. Uma pesquisa realizada pela PWC (2016), entre novembro de 2015 e janeiro de 2016, intitulado “Global Industry 4.0”, em que foram entrevistadas cerca de 2.100 empresas do setor industrial em todo o mundo, indicou que entre os desafios mais importantes a serem enfrentados estão: (1) Falta de cultura digital e formação; (2) Falta de visão clara para as operações digitais e suporte da liderança, e; (3) Insuficiência de Talentos.

O estudo desenvolvido por Hartmann e Bovenschulte (2013) reconheceu que as habilidades necessárias para a I4.0 são numerosas e diversas e que tecnologias similares ou até mesmo idênticas podem exigir competências humanas distintas, a depender do ambiente organizacional em que estão sendo aplicados. Portanto, a análise das necessidades de competências deve levar em consideração os diferentes efeitos das mesmas tecnologias em diferentes setores. Kusmin, Tammets e Ley (2018) destacam que essas novas práticas orientadas para as tecnologias da I4.0 exigem habilidades e competências que ainda não são conhecidas ou ensinadas pelos sistemas educacionais e instituições de treinamento e recrutamento de hoje.

Aires, Moreira e Freire (2017) destacam que o perfil exigido aos trabalhadores foi sendo alterado a cada revolução industrial, saindo de um trabalho manual para um trabalho cada vez mais intelectual, o que obrigou as organizações a se preocuparem, progressivamente, com a formação dos seus colaboradores. Nesse sentido, Romero et al. (2016) explicam que a interação dos operadores com essas diferentes tecnologias de produção industrial e digital pode ser entendida como uma evolução geracional, a qual os autores definem cada geração de operadores (Figura 2).



Figura 2. Evolução das gerações de operadores



Fonte: Adaptado de Romero et al. (2016, p. 25).

Nesse contexto, as habilidades exigidas no sistema produtivo, em razão da utilização dessas tecnologias em novas combinações, demandam competências adicionais e conhecimentos mais profundos à futura força de trabalho, que precisará expandir sua proficiência em digitalização, robôs, computação técnica, simulação etc. As organizações precisarão adicionar ao seu planejamento de transformação tecnológica investimentos com treinamento de mão de obra e programas de desenvolvimento, a fim de garantir a qualificação da força de trabalho para utilização das novas ferramentas e tecnologias (Fitsilis, Tsoutsas, & Gerogiannis, 2018; Kusmin, Tammets, & Ley, 2018).

Nesse sentido, Hecklau et al. (2016) destacam que para desenvolver uma força de trabalho que atenda às necessidades presentes e futuras do mercado é imprescindível para a identificação das competências essenciais que atendam essas transformações tecnológicas e organização do trabalho. Atzori, Lera e Morabito (2010) corroboram ao evidenciar a necessidade de desenvolver um método de gestão de competências para educar e treinar os colaboradores, considerando as melhores práticas baseadas na experiência e ferramentas de TI.

Para Ghobakhloo (2018) e Hecklau et al. (2016) a gestão das competências impõem às organizações uma cuidadosa avaliação do conjunto de habilidades presentes em sua força de trabalho, reconhecendo as habilidades digitais entre os funcionários atuais, além de identificar as qualificações que os funcionários da empresa ainda não possuem. Destarte, ainda é necessário que o resultado dessa análise seja classificado em grupos pré-definidos a fim de garantir maior clareza e transparência, permitindo, assim, a definição de níveis de conhecimento e indicação de áreas de melhoria.



INDÚSTRIA 4.0 E A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

A convergência de tecnologias da I4.0 tem o potencial de auxiliar os governos a melhorar a eficiência no uso dos recursos, dá condições para desenvolver *accountability*, promovendo o controle institucional das atividades governamentais por meio da transparência e da qualidade da prestação de contas. A implementação de tecnologias avançadas permite que as organizações tomem decisões amparadas nos dados produzidos por meio da análise de *big data* para resolver desafios de forma eficaz. Nesse sentido, a qualificação da mão de obra para esse cenário digital é fundamental para atingir as metas estratégicas organizacionais e um nível mais alto de desempenho no setor público (Al Amiri & Abu Shawali, 2021; Long et al., 2021).

No entanto, o setor público muitas vezes enfrenta desafios relacionados ao modelo burocrático tradicional, que pode interferir na introdução das tecnologias da I4.0., especialmente no que diz respeito à estrutura hierárquica rígida, com tomadas de decisão centralizadas, além de regras e procedimentos que podem dificultar a flexibilidade necessária para adotar tecnologias disruptivas. A introdução da Indústria 4.0 muitas vezes requer agilidade e capacidade de adaptação, o que pode entrar em conflito com a rigidez burocrática (OECD, 2018; Stern et al., 2018).

A ideia de Governo Digital surge a partir das novas oportunidades trazidas pela Quarta Revolução Industrial, que transformam a maneira como os governos fazem uso das tecnologias para melhorar efetivamente a gestão pública, bem como para criar valor à prestação de serviços para a sociedade. A digitalização da administração pública apresenta um enorme potencial de melhoria do relacionamento do cidadão com o governo, além de possibilitar a otimização da força de trabalho que deixará de fazer atividades repetitivas, tal como acontece no setor privado (Stern et al., 2018).

O emprego das Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs nas organizações públicas, fundamentadas em computador, *softwares* e rede, já não são novidades, mas a fusão dessas tecnologias está causando rupturas global e nacionalmente, as quais exigem dessas instituições novos padrões profissionais que atendam à velocidade e amplitude das inovações que estão ocorrendo. A utilização colaborativa dessas tecnologias é capaz de fornecer experiências transformadoras de entrega de serviços públicos aos cidadãos. O paradigma da I4.0 projeta uma nova face dos governos do futuro, realinhando os processos de prestação de serviço público de acordo com as necessidades pessoais e contextuais dos cidadãos (Malhotra, Anand, & Soni, 2020; Schwab, 2019).

Para Stern et al. (2018) as novas tecnologias vão requerer novas habilidades profissionais, novas profissões surgirão e necessitarão de profissionais, enquanto outras serão extintas. Assim, torna-se fundamental a participação do governo para alocar o capital humano adequadamente e o estimular a se qualificar para isso. Os departamentos de gestão de recursos humanos das organizações públicas necessitarão adaptar-se às exigências



decorrentes dos avanços associados à I4.0, entendendo que algumas habilidades se tornaram obsoletas, enquanto outras, especialmente aquelas relacionadas à inovação digital, surgiram.

O estudo desenvolvido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2018) demonstrou que no setor público brasileiro as pessoas são insuficientemente qualificadas na análise de dados e há falta de pessoal para implementar as políticas delineadas na Estratégia de Governança Digital. As competências digitais ainda são vistas como uma habilidade técnica e não como uma competência estratégica fundamental para a maioria dos perfis profissionais.

As autoridades públicas normalmente interagem com um grande número de dados e as informações estão disponíveis em diferentes formatos, podendo ser publicadas e manipuladas facilmente. Portanto, é essencial que os servidores públicos possuam a habilidade de realizar a análise adequada dos dados e informações gerados, a fim de transformá-los em conhecimento útil para a tomada de decisão (Fredriksson et al., 2017). Além disso, como a sociedade atual está sendo tecnologicamente orientada, é necessário que os servidores públicos tenham, no mínimo, habilidades básicas de TIC em pacotes de informática, internet e outras tecnologias emergentes para adequar-se a esse novo cenário de serviços digitais (Van Laar et al., 2020).

A digitalização das interações dos serviços no setor público é um desafio complexo que requer coordenação entre os diferentes níveis de governo. Todavia, as organizações públicas têm sido submetidas a regimes financeiros progressivamente mais rígidos, além do aumento das forças competitivas de mercado e do maior controle da sociedade quanto ao emprego dos recursos públicos. Esse cenário, impõe a substituição das características tradicionais da gestão por técnicas mais eficientes, que demonstrem à sociedade a efetividade das ações do governo. Portanto, é importante que as práticas de RH atuem de forma a potencializar o desempenho individual e organizacional em instituições do setor público (Knies et al., 2015; Stern et al., 2018).

MÉTODO DA PESQUISA

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica narrativa, a fim de compreender o surgimento, origem e os conceitos da I4.0, identificando as tendências de tecnologias disruptivas que apoiam sua implementação. Além disso, a pesquisa também se debruçou sobre os estudos que abordam o capital humano no contexto dessa nova revolução industrial, destacando os impactos nos trabalhos e empregos.

A escolha desse método de investigação científica está alicerçada na aquisição e atualização do conhecimento, possibilitando obter uma visão abrangente das publicações que abordam essa temática, de modo a descrever e sintetizar, em termos narrativos, o estado da arte, além de discutir as oportunidades de desenvolvimento e aperfeiçoamento dos recursos humanos, no âmbito do serviço público (Rother, 2007).

Para a revisão narrativa, foi utilizada como base de dados científicas o Google Acadêmico e a Scopus, utilizando a palavra-chave “Indústria 4.0” associada a termos como “Capital Humano”,



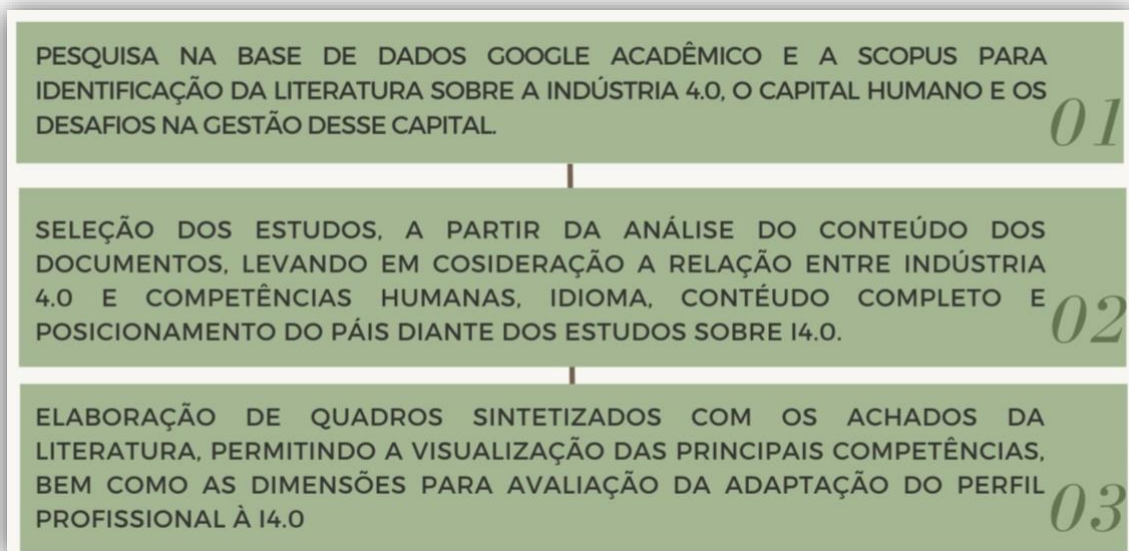
Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

“Competências e Habilidades Humanas” e “Recursos Humanos”, essencialmente em Português e Inglês. Ainda, foram considerados estudos de países fortemente marcados pela utilização de tecnologias da I4.0, como a Alemanha, Polônia e Estônia, nesse último, principalmente no que se refere aos governos digitais.

A seleção dos estudos partiu de uma análise cuidadosa do conteúdo, com o objetivo de identificar os documentos que abordassem a relação entre a I4.0 e as competências e habilidades humanas, bem como ações que contribuem para seu desenvolvimento. Optou-se por selecionar apenas os estudos cuja versão disponível estivesse em texto completo. Os estudos selecionados foram inseridos no *software* Mendeley e eliminados os duplicados.

A análise dos textos considerou a frequência de ocorrência de determinadas competências e perfis profissionais, de modo a permitir a apresentação condensada das informações. Nesse sentido, este artigo lançou mão de quadros sintetizados, os quais associaram os achados da literatura, as principais definições e construções sobre o tema e os autores que citaram esses conceitos, a fim de demonstrar o estado da arte e a perspectiva de adaptação de recursos humanos à I4.0 (Figura 3).

Figura 3. Etapas da Pesquisa



Fonte: Autores (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos autores identifica quatro categorias principais para classificar as competências, sendo elas: técnicas; metodológicas; sociais; e pessoais. A definição das características de cada classificação está refletida no Quadro 1 com a respectiva identificação de alguns desses autores.



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

Quadro 1. Classificação de competências I4.0 advindas da literatura

Competências	Definição	Autores
Técnicas	Envolvem conhecimento de ponta, compreensão de processos, habilidades técnicas e todas as habilidades relacionados ao trabalho.	(Fitsilis et al., 2018; Hecklau et al., 2016; Imran & Kantola, 2019)
Metodológicas	Incluem todas as habilidades e capacidade para resolução de problemas gerais e tomada de decisão. Além disso, esse conceito envolve criatividade, pensamento empreendedor, habilidades analíticas, habilidades de pesquisa e orientação para a eficiência.	
Sociais	Abrangem atitudes de cooperação e comunicação, além de habilidades interculturais e linguísticas, capacidade de trabalhar em equipe, capacidade de comprometimento, capacidade de transferir conhecimento e habilidades de liderança.	
Pessoais	Compreendem valores sociais, motivações individuais, flexibilidade, tolerância à ambiguidade, motivação para aprender, capacidade de trabalhar sob pressão e mentalidade sustentável.	

Fonte: Autores, com base na literatura (2022).

Para Erol et al. (2016) as competências da força de trabalho para produção futura são classificadas a partir da sua relação com algum tipo de tarefa e a capacidade de cumprir essa tarefa. Nesse sentido, o autor definiu essas competências da seguinte forma: (1) Competências pessoais, que compreendem o agir de forma reflexiva e autônoma; (2) Competências sociais/interpessoais, que envolvem a capacidade de comunicação e cooperação e de estabelecer conexões com outros indivíduos e grupos; (3) Competências relacionadas à ação, que diz respeito à concretização das ideias individuais ou socialmente construídas, além da capacidade de transformação de planos em realidade com sucesso os planos em realidade; e (4) Competências relacionadas ao domínio, ou seja, à capacidade de acessar e usar o conhecimento do domínio de um trabalho ou uma tarefa específica.

Chulanova (2019), em um estudo realizado na Austrália sobre o impacto da I4.0 nos funcionários, identificou que as competências individuais mais importantes são: habilidades técnicas; resolução de problemas; habilidades de codificação; habilidades analíticas; e capacidade de trabalhar sob pressão.

Jerman, Bach e Bertoncej (2018) desenvolveram um estudo no qual revisaram o tema das competências que estarão presentes nas fábricas inteligentes da I4.0, por meio de uma análise bibliométrica e mineração de tópicos em 43 artigos de revistas e artigos de conferências. Os resultados do estudo indicaram as competências futuras necessárias (Quadro 2).



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

Quadro 2. A classificação das competências.

Competências Técnicas	Competências Metodológicas	Competências Sociais	Competências Pessoais
Entendimento sobre a segurança de TI	Criatividade	Visão geral (competência de visão geral, competência de integração)	Compromisso com a aprendizagem ao longo da vida
Recursos de codificação	Solução de Problemas	Capacidade de liderar	Flexibilidade pessoal
Entendimento de processos	Criatividade para resolver problemas	Capacidade de comunicação eficaz em situações complexas	Motivação para aprender
Capacidades técnicas	Resolução de Conflitos	Competência de Rede	Adaptabilidade
Compreendendo as analogias do funcionamento das novas tecnologias	Capacidade de atuar como mediadores em processos de tomada de decisão	Capacidade de participar e trabalhar em equipe	Capacidade de trabalhar em situações estressantes
Capacidade de resolver desafios complexos	Habilidades analíticas	Habilidades de linguagem	Responsabilidade social
	Habilidades de pesquisa	Capacidade de transferir conhecimento para os outros	A correta distinção entre informações importantes e menos importantes

Fonte: Adaptado de Jerman, Bach e Bertoneclj (2018, p. 9).

As novas habilidades exigidas em razão das mudanças dos modelos de negócios resultarão em uma grande ruptura na gestão dos recursos humanos das organizações, haja vista que essas novas práticas orientadas para a tecnologia ainda não compõem a base metodológica das instituições educacionais de hoje e, até mesmo, nem são totalmente conhecidas, já que as mudanças são constantes e dinâmicas. Novas categorias de empregos surgirão, substituindo parcial ou totalmente outras, o que desafiará substancialmente a atual forma como as organizações realizam o recrutamento, treinamento e gestão de talentos. O impacto dessas mudanças disruptivas no emprego aumentam a possibilidade de desemprego simultâneo e escassez de mão de obra qualificada (Kusmin, Tammets, & Ley, 2018; Shevyakova et al., 2021; World Economic Forum, 2016).

Kusmin, Tammets e Ley (2018) ressaltam que as dificuldades de recrutamento de mão de obra qualificada estão relacionadas, dentre várias outras razões, à considerável diferença entre o que é oferecido pelo sistema educacional e o que o mercado de trabalho realmente precisa. O Relatório elaborado pelo World Economic Forum (2016), evidencia que os esforços destinados a preencher lacunas de habilidades precisam partir de uma estreita colaboração de empresas e governos, em uma ação direcionada para gerenciamento da transição da força de trabalho para I4.0.

Karre et al. (2017) também apresentaram contribuições nessa área quando elaboram uma lista de competências e habilidades dos funcionários da I4.0, as quais os autores estruturaram em competências técnicas e pessoais que o trabalhador “deve ter”, “deveria ter” e “poderia ter” (Quadro 3).



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

Quadro 3. Classificação das Habilidades e Qualificações Exigidas

	DEVE TER	DEVERIA TER	PODERIA TER
Competências Técnicas	Conhecimentos e habilidades de TI; Processamento e análise de dados e informação; Conhecimento estatístico; Conhecimento organizacional e processual; Habilidade de interação com interfaces modernas.	Gerenciamento do Conhecimento; Interdisciplinaridade/ Conhecimento genérico sobre tecnologias; Consciência para segurança e proteção de dados; Conhecimento especializado em atividades e processos de manufatura.	Habilidades de Codificação e Programação Computacional; Conhecimento especializado sobre tecnologias; Consciência sobre ergonomia; Compreensão dos assuntos legais.
Competências Pessoais	Gerenciamento do tempo; Adaptabilidade/ Habilidade em mudar; Habilidade de trabalhar em equipe; Habilidade Social; Habilidade de Comunicação.	Acreditar em novas tecnologias; Melhoria Contínua e Aprendizado ao longo da vida.	-

Fonte: Adaptado Karre et al. (2017, p. 209).

O Relatório “The Future of Jobs” (WEF, 2016) destacou a necessidade de realizar mudanças mais amplas e de longo prazo nos sistemas de educação básica e ao longo da vida, além de evidenciar a necessidade de empreender esforços de requalificação específicos, urgentes e focados em cada setor. Nesse sentido, o estudo concluiu que existem quatro áreas com implicações de curto prazo e três que são críticas para o longo prazo (Quadro 4).

Quadro 4. Recomendações para Ação

Foco imediato	Reinventando a Função de RH	Requer a adaptação proativa ao novo cenário de talentos, gerenciando a interrupção de habilidades como uma preocupação urgente.
	Fazendo uso de análise de dados	Sugere que empresas e instituições implementem uma nova abordagem para o planejamento da força de trabalho e gestão de talento, com base em dados de previsão e métricas.
	Diversidade de talentos	Possibilitar uma abordagem que incentive a diversidade de força de trabalho, permitindo que as empresas se adaptem e prosperem em um mercado em mudança.
Foco a longo prazo	Alavancando arranjos de trabalho flexíveis e plataformas de talentos online	As empresas precisam ser ágeis na maneira como pensam sobre o gerenciamento e organização do trabalho das pessoas e sobre a força de trabalho como um todo, pois se conectarão cada vez mais com freelancers e profissionais independentes por meio de plataformas de talentos digitais.
	Repensando os sistemas educacionais	Impõe esforços para reforma do sistema educacional existente, que estão impedindo o progresso nas questões atuais de talento e mercado de trabalho. O desafio é preparar o currículo do século 21, equipando os alunos de hoje para atender às necessidades de habilidades futuras.
	Incentivar a aprendizagem ao longo da vida	Promoção da requalificação total da mão de obra envelhecida e implementação iniciativas que motivem a força de trabalho a se reciclar ao longo da vida.
	Colaboração interprofissional e público-privada	Desenvolvimento de parcerias e colaborações multissetoriais, para alavancar a expertise de cada parceiro de forma complementar, a fim de produzir soluções escaláveis para desafios de empregos e habilidades.

Fonte: Autores, baseado em World Economic Forum (2016).

As rápidas transformações requerem equipes ágeis e interdisciplinares, capazes de adaptar-se às mudanças, a fim de conduzir a instituição para níveis superiores de eficiência. Para garantir e manter uma força de trabalho agindo eficientemente, no que se refere ao desenvolvimento de habilidades e competências, é necessário engajá-las antes da implementação das estratégias da I4.0, avaliando a percepção dos trabalhadores em empreender essas mudanças e adaptar-se à Quarta Revolução Industrial (Chulanova, 2019; Grzelczak, Kosacka, & Werner-Lewandowska, 2017; Stern et al., 2018).



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

Assim, o primeiro passo a ser considerado é a prontidão dos recursos humanos à I4.0, identificando as habilidades que já compõem a equipe de trabalho e quais competências individuais necessitam ser desenvolvidas. Além disso, é imperativo que os trabalhadores tenham oportunidades de capacitação por meio de treinamento e políticas de educação continuada nos ambientes que estão inseridos e a partir de iniciativas governamentais, de médio e longo prazo, que potencializem a formação de capital humano qualificado que corresponda ao novo padrão profissional exigido pelo mercado (Avitia-Carlos et al., 2019; Haleem & Javaid, 2019). A partir da revisão narrativa da literatura, foi possível identificar sete dimensões que deverão ser consideradas ao se avaliar os padrões profissionais para I4.0 (Quadro 5).

Quadro 5. Dimensões para avaliação da adaptação do perfil profissional à I4.0

Dimensão	Objetivo	Variáveis	Base Teórica
1. Reconhecimento do Capital Humano	Identificar as necessidades de conhecimento e habilidades no âmbito das atividades desenvolvidas	-Autopercepção de capacitação e qualificação presentes e almejadas; -Exigências de capacitação técnica do cargo; -Lacunas de capital humano especializado.	(Antosz, 2018; Chulanova, 2019; Hecklau et al., 2016; Imran & Kantola, 2019; Jerman et al., 2018)
2. Educação, Aprendizagem e Conhecimento	Verificar o nível de formação e qualificação da força de trabalho	-Formação Acadêmica; - Especialização e Atualização Curricular; -Cursos Técnicos e Profissionalizantes.	(Arun, Krishnakumar e Das, 2020; Avitia-Carlos et al., 2019; Chulanova, 2019; Hecklau et al., 2016)
3. Cultura Digital	Identificar qual a dimensão de interação das atividades com sistemas e máquinas e a adesão do capital humano à digitalização dos processos	- Quantidade de sistemas utilizados na execução das atividades; - Nível de domínio das atividades em sistemas de informação; -Conhecimento e domínio das TICs; -Acesso à Internet, máquinas, equipamentos adequados.	(Mohelska & Sokolova, 2018)
4. Apoio da Liderança	Avaliar o compromisso da alta administração em implementar políticas de incentivo à qualificação e investimento em inovação	-Programas de treinamento em competências digitais; - Política claramente definida e Planejamento de longo médio e longo prazo; -Iniciativa para difusão do conhecimento sobre como as tecnologias exponenciais funcionam e qual sua importância para gestão; -Apoio às soluções inovadoras e adesão de novas tecnologias.	(Chulanova, 2019; Mohelska & Sokolova, 2018)
5. Formação de Equipes Multidisciplinares	Avaliar a capacidade de interação com diferentes áreas do conhecimento e desenvolvimento de múltiplas aptidões	-Programas interdisciplinares de treinamento;	(Chulanova, 2019; CNI, 2017; Karre et al., 2017)
6. Atitudes Comportamentais	Avaliar a autopercepção dos funcionários em relação as atitudes comportamentais exigidas necessárias à I4.0.	-Flexibilidade; -Tomada de decisão; -Autoaprendizagem; -Criatividade; -Pensamento Crítico; -Agir sob pressão; -Trabalho em equipe; -Comunicação; -Adaptabilidade.	(Fitsilis et al., 2018; Hecklau et al., 2016; Imran & Kantola, 2019; Jerman et al., 2018; Karre et al., 2017; van Laar et al., 2020)
7. Educação Cooperativa	Avaliar os programas de desenvolvimento de competências coletivas e capacidade de transferência de conhecimentos e habilidades desenvolvidas nas atividades desempenhadas.	- Existência de manuais de procedimentos; - Existência de programas de compartilhamento de experiências e colaboração; -Programas de Reciclagem e Requalificação; -Iniciativas de <i>Benchmarking</i> .	(Chulanova, 2019; Hecklau et al., 2016)

Fonte: Autores, com base na literatura (2022).



O resultado da análise de competências necessárias à I4.0 demonstrou que, além da necessidade de conhecimento técnico, que envolve tecnologia da informação, digitalização, processamento e análise de dados, também é necessário que os trabalhadores possuam capacidade de resolução de problemas, responsabilidade pessoal na tomada de decisões, capacidade de coordenação de processos de trabalho complexos e capacidade de trabalhar sob pressão.

Dessa forma, o resultado apresentado no Quadro 6 pode ser entendido como um roteiro estratégico das etapas comuns, o qual os gestores atuais podem considerar em sua busca pela transição e adaptação à I4.0, atentando às diferentes configurações de cada ambiente de trabalho, de modo a evitar generalizações, já que a análise dos padrões profissionais almejados podem variar de acordo com as características e necessidades específicas de cada organização pública, bem como com os objetivos e prioridades estabelecidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sucessivas revoluções industriais mudaram significativamente os processos de trabalho e, conseqüentemente, transformaram a forma como os trabalhadores interagem nos ambientes de produção. As tecnologias que suportam a I4.0 impõem que as organizações tenham recursos humanos com habilidades e competências que possibilitem o desenvolvimento de um ecossistema de inovação, capaz de acompanhar a tendência global de modernização. Um dos grandes desafios a serem superados para implementação bem-sucedida da I4.0, em qualquer ambiente organizacional, é a formação adequada e treinamento da força de trabalho.

As especificidades presentes no ambiente de trabalho afetam diretamente o conjunto de competências que os profissionais devem possuir. Por exemplo, em um contexto governamental, os servidores públicos podem precisar desenvolver competências específicas relacionadas à gestão de políticas públicas, colaboração interinstitucional, prestação de serviços públicos e prestação de contas aos cidadãos. Essas competências são moldadas pelas particularidades do setor público e das demandas do serviço público.

Além disso, a partir deste estudo é possível inferir que a avaliação do padrão profissional dos recursos humanos para adaptação à I4.0 perpassa sete dimensões, que envolvem: o (1) Reconhecimento do Capital Humano; (2) Educação, Aprendizagem e Conhecimento; (3) Cultura Digital; (4) Apoio da Liderança; (5) Atuação de Equipes Multidisciplinares; (6) Atitudes Comportamentais; e (7) Educação Cooperativa.

Competências e habilidades são pilares fundamentais de um estado habilitado digitalmente. Nesse sentido, é salutar que governos e empresas, além de investimentos financeiros em tecnologia e inovação, adotem medidas baseadas em gestão de competências e do uso de padrões profissionais comuns, elaborando um plano de desenvolvimento de competências dos trabalhadores voltados ao preenchimento de lacunas de habilidades, implementação de políticas de incentivo à qualificação, gestão de talentos, recrutamento, treinamento e



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

requer qualificação técnica específica, complementados com abordagens de desenvolvimento de habilidades sociais e de colaboração.

Ademais, a implementação do governo digital requer mudanças significativas nas estruturas e processos do setor público. Isso pode encontrar resistência por parte de servidores públicos acostumados às práticas tradicionais. Para superar esses desafios, os gestores precisam priorizar a disseminação de uma cultura organizacional que valorize e incentive o desenvolvimento de novas competências, especialmente, as digitais. Os servidores públicos devem ser encorajados a buscar oportunidades de desenvolvimento, e a organização deve fornecer suporte e recursos para facilitar esse processo.

A adoção das tecnologias da I4.0 requer uma governança eficaz e uma gestão da mudança cuidadosa. É importante estabelecer estruturas de governança adequadas, envolver os servidores públicos nas etapas de planejamento e implementação, e comunicar de forma clara os benefícios e objetivos da adoção dessas tecnologias no ambiente de trabalho.

O presente artigo não se propôs a aprofundar a compreensão sobre as tecnologias habilitadoras da I4.0, nem tampouco a sua utilização. Porém, é relevante compreender o quão complexas essas novas tecnologias podem ser, pois a sua introdução no ambiente de trabalho determinará as competências a serem exigidas aos trabalhadores que as utilizarão.

REFERÊNCIAS

- Aires, R. W. do A., Moreira, F. K., Freire, P. de S. (2017). Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. Foz do Iguaçu/PR. [Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação-ciki]. Foz do Iguaçu/PR: ciki, 1-15. Recuperado de <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314%0A>.
- Al Amiri, N. & Abu Shawali, A. (2021). *Talent management strategies of a public uae hospital in the industry 4.0 Era: A qualitative analysis*. [S. l.]: LLC CPC Business Perspectives.
- Antosz, K. (2018). Maintenance–identification and analysis of the competency gap. *Eksploatacja Niezawodność, Rzeszów, Poland*, 20(3), 35-959.
- Arun, K., Krishnakumar, U., & Das, D. (2020). Convergence of csr and industry 4.0. recent trends in indian public sector enterprises. Detroit, Michigan. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Detroit, Michigan: [s. n.]. 3955-3961.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, [s. l.], 54(15), 2787-2805.
- Avitia-carlos, P. et al. (2019). Conditions for the Development of Industry 4.0 from the Human Capital Technological Competences Perspective. *Revista de Ciencias Tecnológicas*, [s. l.], 2(4), 159-165.
- Benešová, A. & Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, [s. l.], 11, 2195-2202.
- Chulanova, Z. K. (2019). Professional standards as a factor of adaptation of human resources to the Industry 4.0: approaches to development and implementation. *Journal of Human Resource Management, Slovakia*, 22(1), 12-20. Recuperado de www.jhrm.eu
- Coelho, P. M. N. (2016). *Rumo à Indústria 4.0 Towards Industry 4.0*. 65 f. Universidade de Coimbra, Coimbra. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10316/36992>
- Confederação Nacional da Indústria. (2017). *Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0*. Brasília: CNI. Recuperado de http://conexaotrabalho.portaldaindustria.com.br/media/publication/files/Relacoes_trabalhistas_web.pdf
- Dombrowski, U. Richter, T., & Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis. *Procedia Manufacturing*, [s. l.], 11, 1061-1068.
- Ejsmont, K. (2021). The impact of industry 4.0 on employees—insights from Australia. *Sustainability*, [s. l.], 13(6), 3095.
- Erol, S. et al. (2016). Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. *Procedia CIRP*, [s. l.], 54, 13-18.
- Fitsilis, P., Tsoutsas, P., & Gerogiannis, V. (2018). Industry 4.0: Required personnel competences.



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

- International Scientific Journal "Industry 4.0"*, [s. l.], 3(3), 130-133.
- Fredriksson, C., et al. (2017). Big Data in the Public Sector: A Systematic Literature Review. *Scandinavian Journal of Public Administration*, 21(3), 39-62. Recuperado de <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed14&NEWS=N&AN=365050985>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910-936.
- Grzelczak, A., Kosacka, M., & Werner-lewandowska, K. (2017). Employees competences for industry 4.0 in Poland—preliminary research results. *24th International Conference on Production Research, ICPR 2017*, Poznan, Poland, 139-144.
- Haleem, A. & Javaid, M. (2019). Additive Manufacturing Applications in Industry 4.0: A Review. *Journal of Industrial Integration and Management*, 4(4), 1930001.
- Hartmann, E. A. & Bovenschulte, M. (2013). Skills Needs Analysis for "Industry 4.0" based on Roadmaps for Smart Systems. Using Technology Foresights for Identifying Future Skills Needs. *Global Workshop Proceedings, Moscow*, 24-36. Recuperado de http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf
- Hecklau, F., et al. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, [s. l.], 54, 1-6.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*, [s. l.], 3928-3937. Recuperado de www.snom.mb.tu-dortmund.de
- Imran, F. & Kantola, J. (2019). 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 Intelligent Systems and Computing*. [S. l.]: Springer Verlag. 118-128.
- Jerman, A., Bach, M. P., & Bertoneclj, A. (2018). A bibliometric and topic analysis on future competences at smart factories. *Machines*, 6(3), 41.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Securing the future of German manufacturing industry recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0. *Germany: Federal Ministry of education and research, Final report of the Industrial 4.0 working group*. Frankfurt.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry. *Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Berlin, Germany: Forschungsunion.
- Karre, H., et al. (2017). Transition towards an Industry 4.0 State of the LeanLab at Graz University of Technology. *Procedia Manufacturing*, 9, 206-213.
- Knies, E., et al. (2015). Special issue of international journal of human resource management, strategic human resource management and public sector performance. *The International Journal of Human Resource Management*, [s. l.], 26(3), 421-424.
- Kusmin, K. L., Tammets, K., & Ley, T. (2018). University-industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0. *Interaction Design and Architecture(s)*, 38, 28-45.
- Li, C. H. & Lau, H. K. (2019). A critical review of maturity models in information technology and human landscapes on industry 4.0. *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*. [S. l.]: IEEE. 1575–1579.
- Liao, Y., et al. (2018). The impact of the fourth industrial revolution: A cross-country/region comparison. *Production*, [s. l.], 28.
- Long, C. K., et al. (2021). *A big data framework for E-Government in Industry 4.0*. [S. l.]: Walter de Gruyter GmbH.
- Malhotra, C., Anand, R., & Soni, V. (2020). Creating Public Services 4.0: Sustainable Digital Architecture for Public Services in India. *Indian Journal of Public Administration*, [s. l.], 66(3), 327-342.
- Mohelska, H. & Sokolova, M. (2018). Management approaches for industry 4.0 – The organizational culture perspective. *Technological and Economic Development of Economy*, [s. l.], 24(6), 2225-2240.
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, [s. l.], 132, 2-17.
- OECD (2018), *Digital Government Review of Brazil: Towards the Digital Transformation of the Public Sector*. OECD Digital Government Studies, OECD Publishing, Paris, Recuperado de <https://doi.org/10.1787/9789264307636-en>
- Oesterreich, T. D. & Teuteberg, F. (2016). *Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry*. [S. l.]: Elsevier B.V.
- Pwc. (2016). *Indústria 4.0: Construir a empresa digital*. Portugal: PricewaterhouseCoopers. Recuperado de www.pwc.pt/industria40
- Romero, D., et al. (2016). The operator 4.0: Human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Springer, Cham, 488, 677-686.



Citação (APA): Araújo, B. de J. M. & Souza, A. A. de, Jr. (2023). Padrões profissionais como fator de adaptação dos recursos humanos à indústria 4.0: abordagens para o desenvolvimento e implementação na administração pública. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 114-131.

- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Rev. Acta Paulista de Enfermagem*. 20(2), v-vi.
- Rübel, S., et al. (2018). *A maturity model for business model management in industry 4.0*. Lüneburg, Germany: Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Wirtschaftsinformatik.
- Rüssmann, M., et al. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston consulting group, [s. l.], 9(1), 54-89.
- Sacomano, J. B., et al. (2018). *Indústria 4.0: conceitos e fundamentos*. São Paulo: Blücher.
- Sakurai, R. & Zuchi, J. D. (2018). As revoluções industriais até a indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, [s. l.], 15(2), 480-491.
- Santos, K., et al. (2017). Opportunities Assessment of Product Development Process in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, [s. l.], 11, 1358-1365.
- Schwab, K. (2019). *A Quarta Revolução Industrial*. [S. l.]: Edipro.
- Shevyakova, A., et al. (2021). Competence development for Industry 4.0: Qualification requirements and solutions. *Insights into Regional Development*, [s. l.], 3(1), 124-135.
- Stern, S., et al. (2018) *Public Services Government 4.0—the public sector in the digital age, Leading in a disruptive World*. [S. l.]: McKinsey & Company Visual.
- Tortorella, G. L. & Fettermann, D. (2018). Implementation of industry 4.0 and lean production in brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975-2987.
- Van Laar, E., et al. (2020). *Determinants of 21st-Century Skills and 21st-Century Digital Skills for Workers: A Systematic Literature Review*. [S. l.]: SAGE Publications Inc.
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. *Global Challenge Insight Report*. Geneva, Switzerland: WEF. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

