

Competências necessárias para suportar a Indústria 4.0

Michele Ines de Barros (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
chelybarros@yahoo.com.br

Ricardo Augusto Cassel (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
cassel@producao.ufrgs.br

Bibiana Porto da Silva (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
bibiana.ea@gmail.com

A indústria 4.0 (I4.0) surge através de novas tecnologias industriais. Nesta fase os sistemas de operações de manufatura e tecnologias de informação estão conectados, interagem e cooperam em tempo real. Neste contexto, as organizações precisam se adaptar e compreender quais competências surgem e serão valiosas neste novo cenário industrial. Seguindo esta linha, este artigo tem por objetivo entender quais as competências necessárias para suportar a Indústria 4.0 e como elas são classificadas. Para responder o objetivo de pesquisa, foi realizado uma revisão sistemática de literatura. Como resultado, é apresentando uma lista das futuras competências e suas classificações. A I4.0 mudou e continuará mudando a produção, tecnologia, competências e o perfil de trabalho e desta forma, é importante que os profissionais e as organizações fiquem atentos a estas competências.

Palavras-chave: Competências, Habilidades, Indústria 4,0, Revisão Sistemática,



1. Introdução

Desde a Revolução Industrial os avanços tecnológicos estimulam a produtividade industrial. A transformação econômica e o vínculo entre industrialização e globalização, representam na realidade de hoje um marco rumo a Indústria 4.0 (VELJKOVIĆ *et al.*, 2020). A indústria 4.0 (I4.0) surge através de novas tecnologias industriais e é entendida como uma fase industrial em que sistemas operacionais de manufatura e tecnologias de informação estão conectados, interagem e cooperam em tempo real, formando Sistemas Ciber-Físicos (RÜSSMANN *et al.*, 2015; WANG; TÖRNGREN; ONORI, 2015). Esta interação permite que processos físicos e informacionais estejam disponíveis quando e onde forem necessários; além de possibilitar coleta e análise de dados.

A adoção destes conceitos relacionados à I4.0, como internet das coisas (IoT) e digitalização de fábricas, estão modificando os modelos de negócio e as relações com a concorrência (WANG; TÖRNGREN; ONORI, 2015). Isso acontece, pois contribuem para o aumento da produtividade na manufatura, crescimento industrial e transformação da competitividade de empresas e regiões (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020; RÜSSMANN *et al.*, 2015).

Neste contexto, as organizações precisam se adaptar para lidar com a I4.0. A digitalização leva a uma transformação na produção, logística, comunicação e gestão de recursos humanos (BIANCO, 2020). Essa revolução dos sistemas produtivos ocasionada pela I4.0 desencadeia uma mudança organizacional e cultural (SCHNEIDER, 2018), uma vez que afeta diversos atores, tais como líderes, funcionários e sociedade (BIANCO, 2020). Para que as organizações suportem esse movimento, é crucial compreender quais competências surgem e serão valiosas neste novo cenário industrial (RODRIGUES; SORDAN, 2019). O desenvolvimento pessoal, principalmente da liderança, será essencial, e para Bianco (2020) será aprimorado na medida que os trabalhadores terão oportunidade de receber novas responsabilidades.

Schneider (2018) destaca que esse processo de transformação pode ser desafiador, e que os gestores precisam controlar e governar este movimento de aceitação e tendência de implementação relacionados à I4.0. Sendo assim, pode-se dizer que readaptação da liderança é necessária para suportar este novo contexto histórico (BIANCO, 2020). Seguindo essa linha, este artigo tem por objetivo entender quais as competências necessárias para suportar a Indústria 4.0 e como elas são classificadas. Ao estudar a I4.0 e as mudanças que este novo cenário traz nas organizações, explorar e compreender as competências que afetam e surgem nesta novo horizonte se torna fundamental (RODRIGUES; SORDAN, 2019).

2. Metodologia

Para responder ao objetivo deste artigo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura. Revisões sistemáticas são realizadas a fim de responder algum questionamento, o qual precede uma compreensão, definição ou resolução explícita (HALLINGER, 2013). Para Moher et al. (2009), a partir de uma questão de pesquisa (QP) formulada, a revisão sistemática é utilizada para identificar, selecionar e avaliar de forma crítica pesquisas existentes e relevantes, as quais serão consideradas no estudo e revisão.

O método adotado para a condução desta revisão sistemática é o PRISMA, o qual possui quatro etapas: identificação, elegibilidade, triagem e inclusão. Deve-se iniciar com a definição dos tópicos centrais de interesse e pesquisa (MOHER *et al.*, 2009). Esses tópicos podem ser organizados em torno de um conjunto de questões, as quais orientam a execução do estudo e constituem o conceito e estrutura para a realização da revisão sistemática (HALLINGER, 2013). As etapas seguidas neste artigo serão descritas nas próximas seções e podem ser vistas de forma resumida na Figura 1.

Figura 1- Etapas Revisão Sistemática

Etapa	Objetivo da etapa
Definir as questões de pesquisa e os critérios de seleção	Direcionar e dimensionar o trabalho
Realizar a busca nas bases de dados	Identificar registros por meio de pesquisa de banco de dados Adicionar registros identificados através de outras fontes Eliminar trabalhos duplicados
Analisar a qualidade dos estudos	Aplicar os critérios de exclusão Definir artigos a serem estudados
Extrair os dados de interesse	Avaliar, analisar e sintetizar dados coletados Descrever o que foi lido
Analisar e discutir os resultados	Responder às questões de pesquisa Identificar principais resultados e limitações

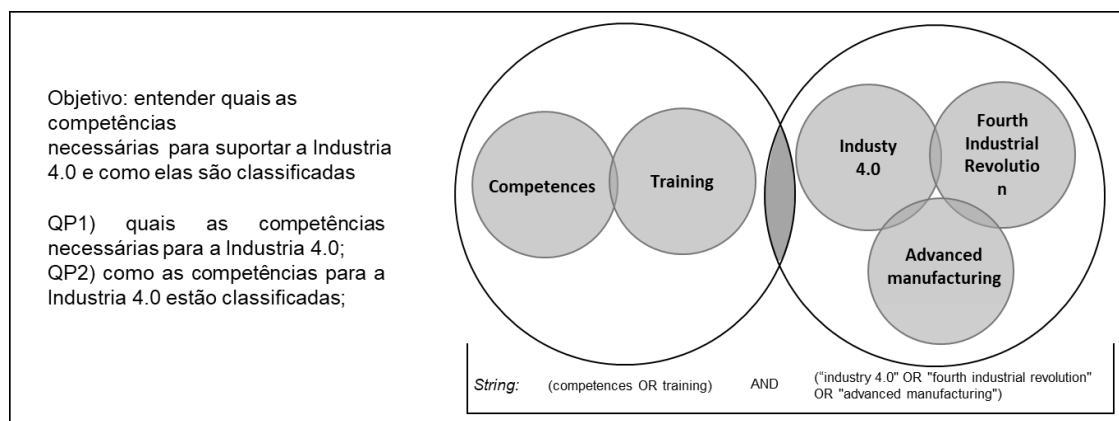
Fonte: Autor (2021)

2.1. Questão de pesquisa e critérios de seleção

A partir da definição da temática e objetivo do trabalho, deve-se definir as questões de pesquisa, as quais irão direcionar a revisão sistemática (HALLINGER, 2013). Sendo assim, foram definidas duas questões de pesquisa: QP1) quais as competências necessárias para a Indústria 4.0; QP2) como as competências para a I4.0 estão classificadas. Com base nisto, a string de busca foi composta por termos relacionados com a temática do artigo, resultando em:

(competences OR training) AND (“industry 4.0” OR “fourth industrial revolution” OR “advanced manufacturing”), conforme apresentado na Figura 2. Foram escolhidos artigos que tivessem os termos da string no título, resumo ou palavras chave; e não foram restringidos artigos pela língua e ano de publicação.

Figura 2 - Relação entre objetivo, questões de pesquisa e string de Busca



Fonte: Autor (2021)

2.2. Busca na base de dados e análise da qualidade dos estudos

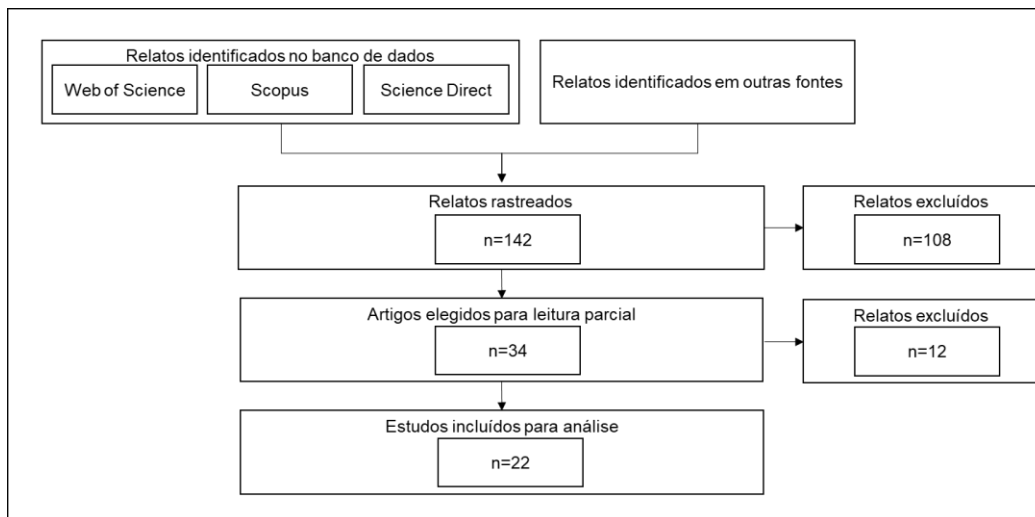
As revisões sistemáticas são utilizadas para descrever e demarcar o avanço de conhecimento ao longo do tempo. Para isto, são feitas pesquisas em bases de dados, e após são avaliadas e sintetizadas as informações encontradas (HALLINGER, 2013). Para este estudo, foram pesquisadas três bases de dados: *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct*. As pesquisas foram realizadas durante o mês de setembro de 2020.

Esta revisão sistemática adotou o sistema de bola de neve (WOHLIN, 2014), isso significa que quando os artigos relacionados não estavam na pesquisa original, mas foram referenciados dentro os artigos identificados, foram posteriormente adicionados. Para a análise da qualidade dos estudos, definiu-se duas etapas de análise e exclusão de artigos. Os artigos eram selecionados e, se o conteúdo do título ou resumo não estava alinhado com objetivo do estudo, o artigo foi excluído.

A segunda etapa de exclusão dos artigos foi através da leitura do resumo e introdução. Para apoiar e etapa de avaliação do conteúdo e análise da qualidade dos estudos, os artigos previamente triados foram avaliados e, com base em seu conteúdo, três questões foram respondidas: a) a ideia central do artigo está direcionada para competências ou habilidades necessárias da Indústria 4.0; b) o artigo aborda de alguma forma competências ou habilidades necessárias para a Indústria 4.0; c) o artigo contribui de alguma forma para definir ou entender as competências necessárias para a I4.0. Desta forma, resultaram 22 artigos para a leitura

completa, análise e realização do trabalho. Este processo de seleção de artigos pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Relatos identificados, excluídos e selecionados



Fonte: Autor (2021)

2.3. Análise e categorização dos dados

Os artigos selecionados foram lidos na íntegra e os dados foram extraídos. Nesta etapa foi realizada uma avaliação crítica das informações coletadas, comparando-as e destacando tópicos importantes. Apoiando-se nos dados extraídos, foi realizado uma análise detalhada para que fosse possível responder as questões de pesquisa do artigo.

A análise dos dados seguiu um ciclo de cinco fases: compilar, decompor, recompor, interpretar e concluir (YIN, 2016). Após organizar os dados de forma ordenada (fase compilar) os dados foram fragmentados em novos códigos (fase decompor). Esta decomposição utilizou a classificação das competências dos autores dos artigos. A terceira fase (recompor) facilitou o entendimento dos dados analisados, se apoiando em representação gráfica (YIN, 2016), e foi utilizada para responder a QP1. A partir da análise e decomposição do material, foi desenvolvida uma nova narrativa (YIN, 2016), parte fundamental para as discussões finais. Esta etapa de interpretação teve como base as três dimensões de competência de Durand (1998). Esta classificação foi utilizada a fim de responder a QP2.

Figura 4 - Etapas da Análise de Dados

Etapa análise de dados	Descrição da etapa	O que será feito
Compilar	Organizar os dados de forma ordenada	Leitura dos artigos Organização das informações em uma base de dados para posterior análise
Decompor	Fragmentação dos dados em novos códigos	Decompor as competências perante a classificação utilizada pelos autores dos artigos
Recompor	Análise e entendimento dos dados através de representação gráfica	Análise dos dados e classificação feita utilizando gráficos, tabelas e matriz comparativa
Interpretar	Desenvolver uma nova narrativa a qual suportará as discussões finais	Analisar a classificação feita nas etapas Decompor e Recompor comparando-as com as três dimensões de competência.
Concluir	Conclusão do estudo feito com base nas etapas anteriores	Identificar possíveis lacunas na literatura analisada e propor estudos futuros

Fonte: Autor (2021)

A última fase é chamada de conclusão visto que exige a apresentação e conclusão do estudo feito, baseado nas etapas anteriores (YIN, 2016). Este detalhamento pode ser visto de forma agrupada na Figura 4.

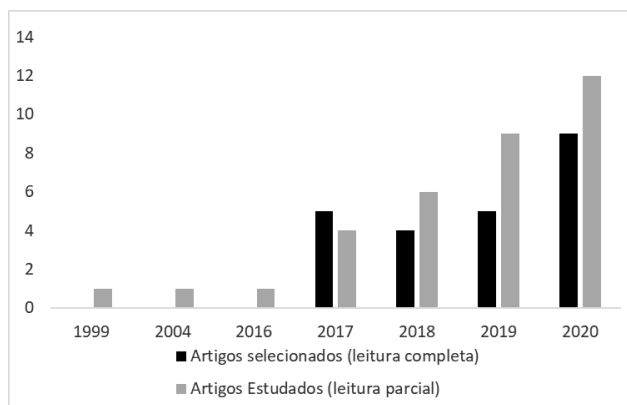
3. Resultados encontrados e discussões

Esta seção apresenta os resultados da análise dos artigos selecionados a partir da revisão sistemática. É apresentado inicialmente, uma visão geral da literatura selecionada. As subseções a seguir têm como objetivo responder as questões de pesquisa deste artigo.

3.1. Visão geral da literatura selecionada

Foi realizada uma análise dos estudos considerando o ano de publicação e os periódicos publicados. Na Figura 5 é possível identificar o ano de publicação dos estudos analisados na etapa de leitura parcial e os estudos selecionados para leitura completa e análise.

Figura 5 – Estudos versus ano de publicação



Fonte: Autor (2021)

Percebe-se que existe uma concentração maior de estudos a partir do ano de 2017; isso pode ser justificado visto que a I4.0 possui um importante aumento nas pesquisas a partir de 2015 (JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018). Este estudo pode ser considerado relevante e atual, visto que 70% dos artigos selecionados para leitura completa foram publicados entre 2019 e 2020. No Quadro 1 é possível visualizar informações dos artigos utilizados na revisão sistemática. A numeração dos artigos foi feita seguindo o ano de publicação.

3.2. Competências necessárias para alavancar a Indústria 4.0

A partir da revisão sistemática de literatura, foram identificadas 108 competências. Diversas competências eram citadas de forma similar, tal como “capacidade de apresentação e comunicação” citada por Prifti et al. (2017) e “a capacidade de se comunicar” citada por Jerman, Pejić Bach e Bertonselj (2018). A fim de apresentar uma lista compilada, estas competências foram analisadas e agrupadas conforme similaridade, resultando em uma lista com 21 competências necessárias para a Indústria 4.0.

A I4.0 está transformando a produção, logística, comunicação e o gerenciamento de recursos humanos (BIANCO, 2020). Isto influencia na determinação de habilidades e conhecimentos necessários para os futuros profissionais (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020). Ao analisar as competências mais citadas é possível verificar que a I4.0 está impondo uma mudança de paradigma em relação às estruturas organizacionais e funções humanas e atividades (FLORES; XU; LU, 2020). Isto pode ser conectado a consideração de competências pessoais, emocionais e sociais em praticamente todos os artigos consultados (Figura 7). Além das competências e habilidades técnicas, as habilidades sociais são fundamentais e incluem por exemplo, aprendizado constante, liderança e comunicação (FLORES; XU; LU, 2020; RA *et al.*, 2019; VELJKOVIĆ *et al.*, 2020). Isto reforça o

Quadro 1 - Estudos analisados na Revisão Sistemática

Nº	Autores	Ano de Publicação	Título	Periódico
1	Olga López Ríos; Leopoldo Julian Lechuga López; Gisela Lechuga López	2020	A comprehensive statistical assessment framework to measure the impact of immersive environments on skills of higher education students: a case study	International Journal on Interactive Design and Manufacturing
2	Marcela Hernandez-de-Menendez; Carlos A. Escobar Díaz; Ruben Morales-Menendez	2020	Engineering education for smart 4.0 technology: a review	International Journal on Interactive Design and Manufacturing
3	Silvia Fareri; Gualtiero Fantoni; Filippo Chiarello; Elena Coli; Anna Binda	2020	Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining	Computers in Industry
4	K. Sumitha P.N. Kannan; Alaa Garad	2020	Competencies of quality professionals in the era of industry 4.0: a case study of electronics manufacturer from Malaysia	International Journal of Quality & Reliability Management
5	Emmanuel Flores; Xun Xu and Yuqian Lu	2020	Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0	Journal of Manufacturing Technology Management
6	Michael Igielski	2020	Manager's competence model in the face of new economic challenges – research report	Management
7	Slavica Mitrović Veljković; Ana Nešić; Branislav Dudić; Michal Gregus; Milan Delić; Maja Meško	2020	Emotional Intelligence of Engineering Students as Basis for More Successful Learning Process for Industry 4.0	Mathematics
8	Sungsup Ra; Unika Shrestha; Sameer Khatiwadab; Seung Won Yoon; Kibum Kwon	2019	The rise of technology and impact on skills	International Journal of Training Research
9	Shanti Jagannathan; Sungsup Ra; Rupert Maclean	2019	Dominant recent trends impacting on jobs and labor markets - An Overview	International Journal of Training Research
10	Tatyana Kolmykova; Ekaterina Merzlyakova	2019	Human role in the modern robotic reproduction development	Economic Annals-XXI
11	Lara Agostini; Roberto Filippini	2019	Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0	European Journal of Innovation Management

12	I. Karsten; M. van der Merwe; K. Steenekamp	2019	Empowering accounting students to enhance the self-determination skills demanded by the fourth industrial revolution	South African Journal of Higher Education
13	Yasmine Tomasella Rodrigues. Juliano Endrigo Sordan	2019	Competências emergentes na Indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura	Simpósio de Tecnologia da Fatec Sertãozinho
14	Benito Echeverría Samanes; Pilar Martínez Clares	2018	Revolution 4.0, Skills, Education, and Guidance	Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria
15	Birgit Oberer; Alptekin Erkollar	2018	Leadership 4.0: Digital Leaders in the Age of Industry 4.0	International Journal of Organizational Leadership
16	Andrej Jerman; Mirjana Pejić Bach; Andrej Bertoncelj	2018	A Bibliometric and Topic Analysis on Future Competences at Smart Factories	Machines
17	Steffen Kinkel; Brita Schemmann; Ralph Lichtner	2017	Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions	Procedia Manufacturing
18	Stephan Simonsa; Patrick Abéa; Stephan Nesper	2017	Learning in the AutFab – the fully automated Industrie 4.0 learning factory of the University of Applied Sciences Darmstadt	Procedia Manufacturing
19	Hugo Karre; Markus Hammera; Mario Kleindiensta; Christian Ramsauer	2017	Transition towards an Industry 4.0 state of the LeanLab at Graz University of Technology	Procedia Manufacturing
20	Loina Prifti; Marlene Knigge; Harald Kienegger; Helmut Krcmar	2017	A Competency Model for “Industrie 4.0” Employees	13th International Conference on Wirtschaftsinformatik
21	Fabian Hecklau; Ronald Orth; Florian Kidschun, Holger Kohl	2017	Human Resources Management: Meta-Study - Analysis of Future Competences in Industry 4.0	Proceedings 13th European Conference on Management Leadership and Governance (ECMLG)
22	Fabian Hecklau; Mila Galeitzka; Sebastian Flachs; Holger Kohl	2016	Holistic approach for human resource management in Industry 4.0 Fabian	Procedia CIRP

Fonte: Autor (2021)

posicionamento de que estas competências são fundamentais para que os funcionários mantenham seus empregos do futuro (FLORES; XU; LU, 2020). A competência classificada como *inteligência emocional* é considerada importante atrelada ao desenvolvimento humano. Além disso, pessoas com alto grau de inteligência emocional alcançam melhores índices de realizações e desempenho (VELJKOVIĆ *et al.*, 2020)

Figura 6 – Competências necessárias para a I4.0

Competência	Autores											
	2	5	7	8	9	10	13	14	16	20	21	22
Resolução de problemas	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capacidade de aprendizado	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Apresentação e comunicação	x	x			x		x	x	x	x	x	x
Trabalhar em equipe	x	x		x	x	x		x	x	x		x
Conhecimento big data, estrutura de rede e Segurança Cibernética	x	x				x	x		x	x	x	x
Tomada de decisões	x						x	x	x	x	x	x
Criatividade	x							x	x	x	x	x
Liderança	x	x						x		x	x	x
Codificação /programação	x	x					x		x		x	x
Capacidade analítica	x				x	x		x				x
Flexibilidade	x	x						x		x	x	
Motivação		x		x			x		x			x
Compreensão do processo	x	x					x		x			x
Adaptabilidade				x	x				x	x		
Inteligência emocional					x	x		x		x		
Trabalhar sob pressão	x						x		x			x
Conhecimento e análise de dados			x				x	x			x	
Alfabetização			x						x		x	
Cooperação	x							x				x
Pensamento crítico				x					x		x	
Capacidade de gestão							x		x		x	

Fonte: Autor (2021)

A capacidade de *resolver problemas* é apontada como crucial para o aprendizado e a obtenção de melhores resultados (RA *et al.*, 2019); além de estar relacionada com a otimização de processos e tomada de decisão em tempo real (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020). Conectado com esta competência, a *tomada de decisão* ganha nova importância na I4.0 (HECKLAU *et al.*, 2017). *Capacidade de aprendizado e criatividade* também são enfatizados. Com a era tecnológica, as tarefas rotineiras são reduzidas alterando a natureza do trabalho; ou seja, o *aprendizado contínuo, vontade de aprender, flexibilidade e adaptação* aos novos cenários são fundamentais (FLORES; XU; LU, 2020; HECKLAU *et al.*, 2017; RA *et al.*, 2019; VELJKOVIĆ *et al.*, 2020). A *comunicação e cooperação* estão atreladas ao trabalho eficiente e dinâmico necessário na I4.0. Tarefas estratégicas as quais exigem maior responsabilidade tendem a crescer e *competências de liderança, trabalho em equipe, capacidade de gestão e pensamento crítico* são fundamentais (HECKLAU *et al.*, 2016, 2017; PRIFTI *et al.*, 2017; RODRIGUES; SORDAN, 2019).

Outro tópico relevante é conhecimento sobre *big data, estrutura de rede e segurança cibernética*. Hernandez-de-Menendez, Díaz e Morales-Menendez (2020) ressalta que os novos

currículos devem considerar tópicos que envolvem o ambiente da I4.0. Este conjunto de habilidades desejadas inclui codificação/programação, cibersegurança, redes digitais, análise de dados, computação em nuvem e gerenciamento das tecnologias da I4.0, tais como impressão 3D, simulação e realidade aumentada e virtual (FLORES; XU; LU, 2020; PRIFTI *et al.*, 2017).

4.2. Classificação das competências necessárias para alavancar a Indústria 4.0

O conceito de competência emerge na literatura nos anos 1990. Desde então, muitos modelos de competências foram desenvolvidos (FLEURY; FLEURY, 2001; LE DEIST; WINTERTON, 2005; PRIFTI *et al.*, 2017). A pesquisa feita por Durand (1998) apresenta três dimensões de competências relacionadas à aprendizagem individual: conhecimento, habilidades e atitudes. Essas dimensões são contempladas em diversos modelos existentes (FLEURY; FLEURY, 2001; LE DEIST; WINTERTON, 2005; PRIFTI *et al.*, 2017). O conhecimento está relacionado à compreensão do mundo através de interpretações. Contempla acessar dados, transformá-los em informações aceitáveis e integrá-los com esquemas já existentes. As habilidades estão conectadas ao agir de forma concreta e de acordo com os objetivos e processos existentes; está relacionada com a capacidade de aplicar e fazer uso produtivo do conhecimento. A atitude muitas vezes é negligenciada pelas organizações, e está relacionada com a execução e aplicação das habilidades e conhecimentos (DURAND, 1998, 2000). Estas dimensões possuem subdimensões, as quais podem ser vistas na Figura 7.

Figura 7 – Dimensões de competência

Dimensão de Competência.	Relação com o saber	Subdimensão
Conhecimento É a compreensão do mundo através de interpretações. Contempla acessar dados, transformá-los em informações aceitáveis e integrá-los com esquemas já existentes	Saber algo	Saber o quê Está relacionado ao saber fazer, por meio de intuição.
		Saber por que Representa a expertise do conhecedor e com a visão estratégica.
Habilidade Agir de forma concreta e de acordo com os objetivos e processos existentes.	Saber fazer	Tecnologias Baseada na ciência com explicações claras de por que funciona.
		Técnicas Essencialmente empíricas. Pouca compreensão de porquê funciona.
		Habilidades Capacidades processuais individuais e coletivas.
Atitude Execução e aplicação das habilidades e conhecimentos	Querer fazer	Comportamento Saber como se comportar perante a uma determinada situação.
		Determinação Vontade e empenho perante a uma situação.
		Cultura Identidade da organização.

Fonte: Adaptado de (Durand, 1998, 2000)

Visando responder a QP2, esta sessão apresenta as classificações utilizadas para as competências necessárias para a I4.0 e uma análise perante as dimensões de competências desenvolvidas por Durand (1998). O fácil entendimento bem como a ampla popularidade das definições de competência apresentadas por Durand, foram considerados para a escolha deste modelo como base de análise do artigo. Porém, é possível identificar uma limitação dos estudos perante esta classificação, visto que nenhum dos estudos analisados utilizou na totalidade as dimensões de competência (conhecimento, habilidade e atitude). Os autores abordam diferentes classificações para competências e habilidades. Hernandez-de-Menendez, Díaz e Morales-Menendez (2020) cita que os profissionais precisam ter conhecimento e habilidades para enfrentar um sistema altamente tecnológico e interconectado. Apresenta habilidades sociais tais como, liderança, comunicação, flexibilidade, adaptabilidade, equipe trabalho e tomada de decisão. Porém, os autores não explicitam a diferença entre conhecimento e habilidade; e utilizam as classificações de competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais. Ríos, López e López (2020) definem habilidades como “a integração consciente de conhecimentos, vantagem, habilidades, atitudes e valores, os quais permitem o indivíduo enfrentar situações estruturadas e incertas com sucesso”. Utilizam no seu estudo competências disciplinares e transversais.

Flores et. al (2020) apresenta competência como “combinação de atributos, habilidades, conhecimento e experiência de uma pessoa, que são necessários para o desempenho papéis na vida e no trabalho”. Detalha as diferenças entre as diversas classificações de habilidades. Utiliza o termo “*hard skill*” para conhecimento especializado em uma determinada ocupação, as quais requerem destreza especial, treinamento ou experiência (compreensão de padrões, técnicas de resolução de problemas, configurações de rede digital, segurança digital e codificação ou programação).

Igielski (2020) define competências como disposições individuais na área de conhecimento, habilidades e atitudes que permitem desempenhar as funções profissionais no nível esperado. Apresenta as competências em ordem de prioridade, mas sem classificação específica. Veljkovic et al. (2020) relaciona as competências às características pessoais dos funcionários que podem englobar conhecimento, inteligência emocional, habilidades ou métodos de trabalho. Ra et al. (2019) analisa as habilidades cognitivas, como pensamento crítico, análise e resolução de problemas; habilidades sociais e pessoais (motivação, curiosidade, trabalho em equipe, coragem, resiliência). Defende que as habilidades pessoais, melhoram a aprendizagem e promovem o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

Na Figura 7 é possível verificar as diferentes classificações utilizadas para as competências necessárias para a I4.0, o que pode demonstrar uma falta de uniformização entre os autores (JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018).

Figura 8 – Classificação utilizada para as competências apresentadas

Classificação utilizada	Autores											
	2	5	7	8	9	10	13	14	16	20	21	22
Competências amplas		x						x				
Competências digitais		x				x	x					
Competências metodológicas	x						x		x		x	x
Competências Pessoais, Humanas e Emocionais	x	x	x		x		x		x	x	x	x
Competências Sociais	x	x					x		x		x	x
Competências técnicas	x						x	x	x	x	x	x
Habilidades básicas									x		x	
Habilidades Cognitivas		x		x	x				x			
Habilidades Digitais		x		x								
Habilidades Sociais				x	x				x			
Habilidades técnicas				x								

Fonte: Autor (2021)

Competências Pessoais, Humanas e Emocionais foi a classificação mais utilizada, e inclui capacidade de aprendizado, adaptabilidade, flexibilidade, motivação e trabalhar sob pressão. A classificação competências sociais é destaque entre os autores. Representa a habilidade de apresentação e comunicação, cooperação, trabalho em equipe e liderança (FLORES; XU; LU, 2020; HECKLAU *et al.*, 2016, 2017; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020; JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; PRIFTI *et al.*, 2017; RODRIGUES; SORDAN, 2019; VELJKOVIĆ *et al.*, 2020)

Competências técnicas também foi uma classificação utilizada em abrangência; e inclui conhecimento big data, estrutura de rede e segurança cibernética, codificação/programação, compreensão do processo e resolução de problemas (HECKLAU *et al.*, 2016, 2017; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020; JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; PRIFTI *et al.*, 2017). A classificação competências metodológicas foi utilizada por cinco autores e se referem a criatividade, resolução de problemas, tomada de decisão e capacidade analítica (HECKLAU *et al.*, 2016, 2017; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020; JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; RODRIGUES; SORDAN, 2019).

5. Conclusões

Este artigo teve como objetivo entender quais as competências necessárias para suportar a I4.0 e suas classificações. A I4.0 mudou e continuará mudando a produção, tecnologia, competências e o perfil de trabalho. Através da revisão sistemática de literatura este artigo apresenta contribuições teóricas na lista de futuras competências. É importante que os profissionais fiquem atentos a estas competências, visando atender as necessidades do mercado de trabalho. Da mesma maneira, é importante que as empresas estejam atentas às suas necessidades, para que desta forma tenham profissionais capacitados e que agreguem valor à organização. Quanto à classificação das competências, é possível identificar uma lacuna na padronização das classificações. Como pesquisas futuras, sugere-se uma análise mais profunda das classificações e competências perante às dimensões de competências de Durand. Isto possibilitaria uma lista das competências necessárias para a I4.0 classificadas em conhecimento, habilidades e atitudes.

REFERÊNCIAS

- BIANCO, Débora. Competências da liderança no lean manufacturing e na indústria 4.0: identificação e relacionamentos. **SELL Journal**, v. 5, n. 1, p. 55, 2020.
- DURAND, Thomas. Forms of incompetence. *In*: , 2000. **Proceedings Fourth International Conference on Competence-Based Management. Oslo: Norwegian School of Management. 2000.**
- DURAND, Thomas. The alchemy of competence. **Strategic Flexibility**, p. 303–330, 1998.
- FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o conceito de competência. **Revista de administração contemporânea**, v. 5, n. SPE, p. 183–196, 2001.
- FLORES, Emmanuel; XU, Xun; LU, Yuqian. Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 4, p. 687–703, 2020.
- HALLINGER, Philip. A conceptual framework for systematic reviews of research in educational leadership and management. **Journal of Educational Administration**, Porto Alegre, v. 51, n. 2, p. 126–149, 2013.
- HECKLAU, Fabian *et al.* Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia Cirp**, v. 54, p. 1–6, 2016.
- HECKLAU, Fabian *et al.* Human resources management: Meta-study-analysis of future competences in Industry 4.0. *In*: , 2017. **Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge**

Management & Organizational Learning. [S. l.: s. n.], 2017. p. 163–175.

HERNANDEZ-DE-MENENDEZ, Marcela; DÍAZ, Carlos A Escobar; MORALES-MENENDEZ, Ruben. Engineering education for smart 4.0 technology: a review. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 14, n. 3, p. 789–803, 2020.

IGIELSKI, Michał. Managers competence model in the face of new economic challenges-research report. v. 24, n. 1, p. 114–12, 2020.

JERMAN, Andrej; PEJIĆ BACH, Mirjana; BERTONCELJ, Andrej. A bibliometric and topic analysis on future competences at smart factories. **Machines**, v. 6, n. 3, p. 1–13, 2018.

LE DEIST, F D; WINTERTON, J. What is competence? Human resource development international. v. 8, n. 1, 2005.

MOHER, D *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement (Reprinted from Annals of Internal Medicine). **Physical Therapy**, v. 89, n. 9, p. 873–880, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

PRIFTI, Loina *et al.* A Competency Model for " Industrie 4.0" Employees. *In:* , 2017. **13th International Conference on Wirtschaftsinformatik.** 2017. p. 46–60.

RA, Sungsup *et al.* The rise of technology and impact on skills. **International Journal of Training Research**, v. 17, n. sup1, p. 26–40, 2019.

RÍOS, Olga López; LÓPEZ, Leopoldo Julian Lechuga; LÓPEZ, Gisela Lechuga. A comprehensive statistical assessment framework to measure the impact of immersive environments on skills of higher education students: a case study. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 14, n. 4, p. 1395–1410, 2020.

RODRIGUES, Yasmine Tomasella; SORDAN, Juliano Endrigo. COMPETÊNCIAS EMERGENTES NA INDÚSTRIA 4.0. *In:* , 2019. **SITEFA-Simpósio de Tecnologia da Fatec Sertãozinho.** [S. l.: s. n.], 2019. p. 307–317.

RÜSSMANN, Michael *et al.* Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, v. 9, n. 1, p. 54–89, 2015.

SCHNEIDER, P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. Review of Managerial Science, hlm. Vol. 12. **Review of Managerial Science**, v. 12, n. 3, p. 803–848,

2018.

VELJKOVIĆ, Slavica Mitrović *et al.* Emotional Intelligence of Engineering Students as Basis for More Successful Learning Process for Industry 4.0. **Mathematics**, v. 8, n. 8, p. 1321, 2020.

WANG, Lihui; TÖRNGREN, Martin; ONORI, Mauro. Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 37, p. 517–527, 2015.

WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *In:* , 2014. **Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering**. 2014. p. 1–10.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso Editora, 2016.