



ARTIGOS

Competências bases para o trabalho humano na Indústria 4.0

*Vander Luiz da Silva¹
João Luiz Kovaleski²
Regina Negri Pagani³*

RESUMO

A fim de tornar a abordagem de Indústria 4.0 uma realidade, diversos requisitos precisam ser atendidos, um deles, a necessidade de qualificar pessoas para o trabalho nas indústrias. Este estudo teve por objetivo identificar as competências fundamentais para o trabalho na Indústria 4.0. Foi elaborada uma revisão sistemática de literatura, selecionando artigos relevantes por meio de critérios metodológicos. A pesquisa é de natureza descritiva e exploratória. Na Indústria 4.0 foi constatada uma série de competências básicas para o trabalho humano, como criatividade, capacidade de inovação tecnológica, conhecimento de tecnologias digitais e TI (Tecnologia da Informação), entre outras.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Humanos. Indústria 4.0. Gestão. Competências Intelectuais.

Recebido em: 06 de fev. 2019

Aceito em: 09 de abr. 2019

¹Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Ponta Grossa, Paraná, (Brasil). *E-mail:* vander-luiz@hotmail.com

²Doutor em Instrumentação Industrial pela Universidade de Grenoble I, França. Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Ponta Grossa, (Brasil). *E-mail:* kovaleski@utfpr.edu.br

³Doutora em Engenharia de Produção pela UTFPR e por Sorbonne Universités, França. Professora Adjunta na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Ponta Grossa, (Brasil). *E-mail:* reginapagani@utfpr.edu.br

Basic competencies for human work in industry 4.0

ABSTRACT

In order to make the Industry 4.0 approach a reality, several requirements need to be met, one of them is the need to qualify people to work in industries. This study aimed to identify key competencies for work in Industry 4.0. A Systematic literature review was elaborated, selecting relevant articles by means of methodological criteria. The research is of a descriptive and exploratory nature. In the Industry 4.0, a series of basic competence for work, such as creativity, technological innovation, knowledge of digital and IT (Information Technology), among others.

KEYWORDS: Human Resources. Industry 4.0. Management. Intellectual skills.

INTRODUÇÃO

Recentemente, diversas questões são relatadas por pesquisadores no mundo sobre a próxima revolução industrial, denominada na Alemanha de Indústria 4.0 (LEE; KAO; YANG, 2014). A Indústria 4.0 visa criar indústrias com processos inteligentes integrados aos diversos recursos físicos e digitais, apresentando características de adaptabilidade e eficiência de recursos produtivos (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017).

A partir da integração da automação e digitalização de processos, a Indústria 4.0 visa criar uma diversidade de oportunidades e vantagens às indústrias, porém, em contrapartida, desencadeia uma série de questões, ainda pouco discutidas ou conclusivas (HECKLAU *et al.*, 2016), como a qualificação de pessoas para o trabalho.

De acordo com Spath *et al.* (2013), a qualificação de pessoas também é essencial na Indústria 4.0, pois a participação delas ainda será necessária, não havendo a substituição total de mão de obra humana por inteligência artificial ou sistemas. O que irá ocorrer é um redirecionamento de tarefas, ou seja, as pessoas desenvolverão outras tarefas, como a programação de robôs nas linhas de montagem, operações de sistemas, supervisões gerais e processos decisórios (SINGH; SELLAPPAN; KUMARADHAS, 2013).

Na concepção de Park e Lee (2017), no Cenário Industrial 4.0, a gestão de recursos humanos é um dos aspectos mais importantes. Para Becker e Sterm (2016), na Indústria 4.0, o trabalho humano será modificado. Esse conjunto de mudanças ainda requer maior discussão científica, o que justifica a importância de estudos desenvolvidos com tal finalidade.

Tratando-se de uma abordagem industrial particularmente recente (DRATH; HORCH, 2014), surge uma série de questões relacionadas à qualificação de pessoas, uma delas: Quais são as competências fundamentais ao trabalho humano nas indústrias de manufatura?

Diante do problema de pesquisa apresentado, este estudo teve por objetivo identificar as principais competências humanas para o trabalho na Indústria 4.0. Para tal, uma revisão de literatura foi elaborada, utilizando-se protocolos estruturados para ordenação e seleção de artigos em bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct*.

Este trabalho está estruturado em cinco seções. Na primeira seção encontra-se a contextualização da pesquisa e apresentação de seu objetivo. Posteriormente, na segunda seção, a Indústria 4.0 é contextualizada. Na terceira e quarta seções, a metodologia é descrita e os resultados são apresentados. Por fim, estão as conclusões.

1 INDÚSTRIA 4.0

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez na Alemanha, durante a Feira de *Hanôver* em 2011 e, atualmente, o mesmo tem favorecido a geração de inúmeras discussões científicas em diversas áreas do conhecimento (DRATH; HORCH, 2014).

De acordo com o Ministério Federal da Economia e Energia da Alemanha (*BFWuE*, 2018), Indústria 4.0 é definida como uma rede inteligente de máquinas e processos industriais, constituídas com o auxílio de tecnologias da informação e comunicação para conectividade física e digital de recursos.

Como país precursor do termo Indústria 4.0, a Alemanha vem conduzindo nos últimos anos mudanças no cenário industrial, tendo como base a produção e a inovação habilitadas pelos Sistemas Cibernéticos (*Cyber-Physical Systems - CPSs*) (LEE; KAO; YANG, 2014). De acordo com Lee (2008), os CPSs consistem nas integrações digitais com processos físicos, onde computadores e redes integrados monitoram e controlam os processos físicos. Para Lalanda, Morand e Chollet (2017), a Indústria 4.0 está baseada no uso de novas técnicas de produção, novos materiais e adoção diversificada de tecnologias digitais.

Diante do CPSs e de outras tecnologias, os processos inteligentes fornecem respostas rápidas às mudanças na produção e às falhas ao longo da cadeia produtiva industrial (HADDARA; ELRAGAL, 2015; JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017). A Indústria 4.0 requer uma integração efetiva entre equipamentos, pessoas, processos e produtos (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; HADDARA. ELRAGAL, 2015), propiciando vantagens competitivas, como eficiência de custo e tempo na produção e melhora da qualidade do produto (ALBERS *et al.*, 2016).

De maneira geral, as indústrias serão impactadas positivamente por mudanças advindas da Indústria 4.0. Na Alemanha, destacam-se as indústrias dos setores automotivo, alimentício e de produção de componentes e sistemas (RÜBMAN *et al.*, 2015). De acordo

com Gorecky *et al.* (2014), o setor automotivo é um dos líderes na adoção de tecnologias, como *Internet das Coisas* (IoT) e CPSs.

A Indústria 4.0, também denominada de quarta revolução industrial ou indústria do futuro engloba nove pilares de base tecnológica, a destacar por Rüßmann *et al.* (2015):

i) Elevado número de dados para análises (*Big Data*): A análise utilizando *Big Data* emergiu recentemente em algumas indústrias, e visa aperfeiçoar a qualidade da produção e dos produtos, garantir a eficiência de equipamentos e auxiliar na tomada de decisões em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015). O *Big Data* é um conjunto de dados processados com tecnologia analítica, que inclui dados não estruturados e sem formatos compatíveis, como dados de serviço de rede social, dados de *blog*, dados notícias, fotos, entre outros (PARK *et al.*, 2017);

ii) Robôs autônomos: Inicialmente, os robôs foram desenvolvidos com o objetivo de substituir humanos em alguns processos monótonos, pesados e perigosos (GORIS, 2005). Com o passar dos anos, os robôs vêm evoluindo cada vez mais, tornando-se autônomos, flexíveis e cooperativos. Esses desempenham funções importantes ao interagirem entre si e/ou com humanos (RÜßMANN *et al.*, 2015), pois garantem a previsibilidade, precisão, qualidade e confiabilidade de operações e processos (SINGH; SELLAPPAN; KUMARADHAS, 2013; ULLAH *et al.*, 2016);

iii) Simulação: A simulação é o processo de criar e projetar um sistema real ou imaginário, por meio do uso de modelos físicos, matemáticos ou outros para modelagem, visando avaliar e prever o comportamento do sistema (RODIČ, 2017). O uso de simulação aliado a outros recursos computacionais e ferramentas tridimensionais possibilita projetar processos de produção e produtos, simultaneamente (WANG *et al.*, 2016), e reflete em vantagens como redução de custos, aumento da qualidade de produtos e de processos, gerenciamento adequado do conhecimento, entre outras (RODIČ, 2017);

iv) Integração de sistemas horizontal e vertical: Uma realidade na atualidade é que as indústrias, fornecedores e clientes não estão totalmente interligados. Na indústria 4.0, a integração de dados globais irão gerar cadeias de valor envolvendo indústrias, departamentos e outros elementos de contexto interno e externos às indústrias (RÜßMANN *et al.*, 2015);

v) Internet das coisas: Embora nas indústrias algumas tecnologias estejam conectadas às máquinas e à rede, com a internet das coisas, um número maior de dispositivos e sensores serão incorporados nos processos e conectados à rede, fornecendo respostas em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015). De acordo com Porter e Heppelmann (2014), produtos inteligentes e conectados à rede oferecem oportunidades de expansão exponencial para novas

funcionalidades. A Internet das coisas apresenta-se como uma importante tecnologia e deverá refletir em oportunidades econômicas (HOFMANN; RÜSCH, 2017);

vi) Ciber segurança: Em decorrência da maior incorporação de dados e informação ao meio digital, na Indústria 4.0, a segurança de sistemas será indispensável (RÜßMANN *et al.*, 2015). Na Indústria inteligente deve ser adotada uma abordagem complexa e eficiente de segurança cibernética, de modo a proteger dados, informações, conhecimento e/ou outros elementos intelectuais (ANNUNZIATA; BILLER, 2014);

vii) Computação em nuvem: Na indústria 4.0 deverão ser geradas quantidades elevadas de dados e informações que precisarão ser armazenados, processados e distribuídos aos interessados por meio de tecnologias de computação em nuvem (ALMADA-LOBO, 2015);

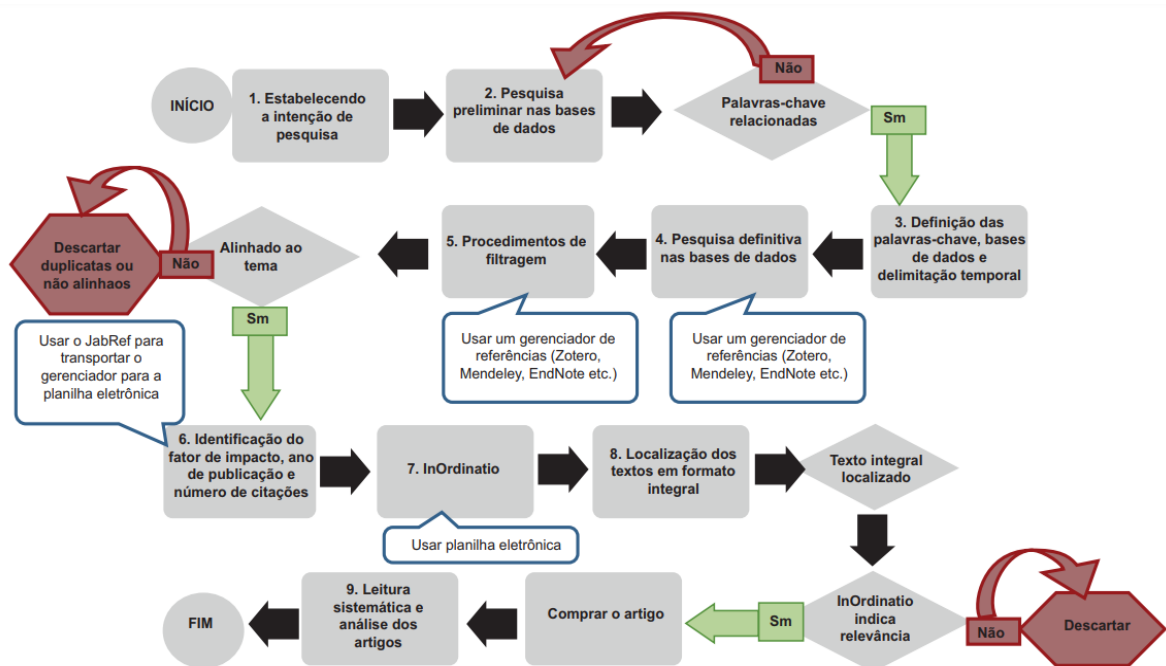
viii) Fabricação aditiva: Na indústria 4.0 técnicas de produção serão desenvolvidas e intensificadas, como a impressão em tecnologias tridimensionais, o que oferece maior flexibilidade para criar protótipos de produtos de maneira mais rápida e com melhores custos, e beneficiar etapas de desenvolvimento de produtos, principalmente design, prototipagem e produção (ANNUNZIATA; BILLER, 2014), e;

ix) Realidade aumentada: Neste pilar, as informações relativas aos serviços a serem tratados nas indústrias, como selecionar peças de um armazém ou instruções de reparos de produtos, serão exibidas aos trabalhadores por meio de dispositivos de realidade aumentada (RÜßMANN *et al.*, 2015).

2 METODOLOGIA

Para explorar as perspectivas para o trabalho humano no contexto da Indústria 4.0, foi elaborada uma revisão sistemática de literatura, utilizando-se protocolos de Pagani, Kovaleski e Resende (2015; 2018), descritos na Figura 1.

Figura 1 - Etapas da *Methodi Ordinatio*.



Fonte: Pagani, Kovaleski e Resende (2018).

A seguir são descritos alguns dos procedimentos aplicados, iniciando-se pela quarta etapa (pesquisa definitiva nas bases de dados).

Em função dos objetivos de pesquisa, as palavras chave selecionadas foram “*Industry 4.0*”, “*Smart Manufacturing*”, “*Fourth Industrial Revolution*”, “*Smart Industry*”, “*Human*”, “*Worker*” e “*Employee**”, combinadas entre si e exploradas em três bases de dados distintas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios básicos de filtragem de artigos.

Keywords	Base de dados: <i>Science Direct, Scopus e Web of Science</i>		
	“ <i>Human</i> ”	“ <i>Employee*</i> ”	“ <i>Worker*</i> ”
“ <i>Industry 4.0</i> ”	Critérios de filtragem: i) Palavras-chave inseridas em “ <i>title-abstract-keywords</i> ”, e; Período: “ <i>all years.</i> ”		
“ <i>Smart Manufacturing</i> ”			
“ <i>Fourth Industrial Revolution</i> ”			
“ <i>Smart Industry</i> ”			

Fonte: Elaborado pelos autores.

A escolha das três bases ocorreu em razão dessas apresentarem maiores volumes de artigos sobre o tema pesquisado. Constatou-se que outras bases apresentavam artigos já constantes nas mesmas.

A partir das combinações de palavras-chave e definição de critérios, procedeu-se com a execução de buscas. Os artigos encontrados foram agrupados no gerenciador de dados bibliográficos *Zotero*® versão 4.0.

Visando selecionar apenas artigos diretamente relacionados ao tema de pesquisa, foram aplicados os seguintes procedimentos de filtragem: i) Eliminar artigos em duplicidade; ii) Eliminar artigos publicados em conferências, e; iii) Eliminar artigos não relacionados com o tema em estudo.

A partir da aplicação dos critérios de filtragem, para o resultado final de artigos, foi executada a sétima etapa da *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; 2018), denominada *InOrdinatio*, visando ordenar os artigos de acordo a relevância científica, equacionando o fator de impacto, ano de publicação e número de citações de cada artigo.

Os valores *InOrdinatio* foram organizados em planilhas eletrônicas da *Microsoft Excel*®, possibilitando a organização e análise dos dados e informações inerentes aos artigos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 OBTENÇÃO DE UM PORTFÓLIO DE ARTIGOS PARA ANÁLISE

Obteve-se um total de 362 artigos (53 artigos da *Science Direct*, 288 da *Scopus* e 21 da *Web of Science*). Os procedimentos de filtragem aplicados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Procedimentos de filtragem de artigos.

Procedimento de filtragem	Total bruto de artigos	Total de artigos após filtragem
Eliminação de duplicatas	362	260
Artigos de conferências	260	135
Artigos não relacionados ao tema	135	88

Fonte: Elaborado pelos autores.

O portfólio de 88 artigos foi submetido à sétima fase da *Methodi Ordinatio*. Deste total, foram selecionados 50 artigos para análise mediante as informações expostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Justificativas de seleção de artigos para elaboração da revisão sistemática de literatura.

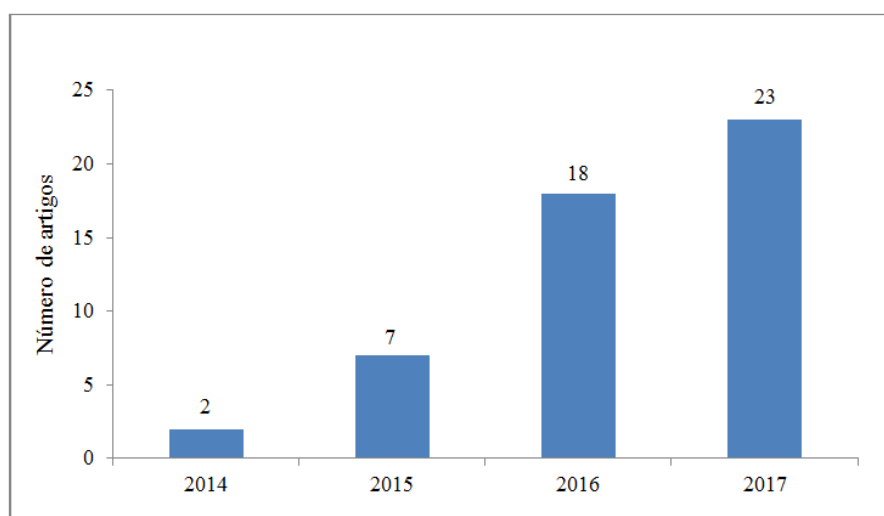
Descrição	Total
Total de artigos submetidos à <i>Methodi Ordinatio</i>	88
Artigos com melhores resultados de <i>InOrdinatio</i>	50
Artigos descartados devido aos baixos resultados de <i>InOrdinatio</i> (valores zero quanto ao fator de impacto e às citações na literatura, predominantemente)	26
Artigos não acessados devido necessidade de compras	12

Fonte: Elaborado pelos autores.

O número de artigos selecionado foi significativo para discussões relativas ao trabalho humano no Cenário Industrial 4.0. Após filtragens, uma lista de títulos de artigo foi obtida, apresentando-se estudos que tratam, direta ou indiretamente, de temas relacionados ao trabalho na Indústria 4.0, conforme descritos no Quadro 3, no Apêndice 1.

A distribuição de artigos está descrita na Figura 2, conforme os respectivos anos de publicações em periódicos científicos.

Figura 2 - Publicações de artigos no decorrer dos anos.



Fonte: Autores.

Discussões sobre trabalho humano e Indústria 4.0 são atuais, com maior número de publicações no ano de 2017, com 23 artigos publicados. Sendo assim, outros estudos tendem a complementar, bem como, fornecer novos *insights* para pesquisas nesta temática.

3.2 COMPETÊNCIAS HUMANAS

Na indústria inteligente, embora ocorra a integração da automação e a digitalização de processos simultâneos, as pessoas continuarão desempenhando papel essencial no trabalho (SPATH *et al.*, 2013; BECKER; STERN, 2016; PFEIFFER, 2016; VYSOCKY; NOVAK, 2016; PERUZZINI; PELLICCIARI, 2017), embora, resulte no impacto significativo na perda / transição dos empregos dos trabalhadores (SACKEY; BESTER, 2016) e crie processos de redistribuição de capital humano (SINGH; SELLAPPAN; KUMARADHAS, 2013).

Para as indústrias com características que contemplem a concepção de Indústria 4.0, novas tarefas serão criadas, bem como outras serão aperfeiçoadas (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014; GORECKY *et al.*, 2014; BECKER; STERN, 2016). Novas tarefas serão criadas uma vez que as tarefas atuais de produção, caracterizadas como fáceis, repetitivas e

estressantes, serão automatizadas e executadas por sistemas mais autônomos (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; BECKER; STERN, 2016; VYSOCKY; NOVAK, 2016).

Spath *et al.* (2013) e Becker e Stern (2016) citam perspectivas de trabalho humano na Indústria 4.0 com ênfase no departamento de produção, a destacar: permanência das pessoas nos processos produtivos como elementos centrais, e; estruturação de novas tarefas.

Łupicka e Grzybowska (2018) analisaram as principais competências para o trabalho de gerentes nas perspectivas de estudantes, pesquisadores e praticantes.

Focando-se no trabalho humano na Indústria 4.0, Hecklau *et al.* (2016) classificam conjuntos de competências de caráter técnico, metodológico, social e pessoal.

Romero *et al.* (2016), em seu estudo, descrevem as competências humanas necessárias para operar os sistemas cibernéticos e automatizados.

Segundo Jasiulewicz-Kaczmarek, Sanik e Nowicki (2017), a integração de *internet* com as máquinas de produção, sensores inteligentes e sistemas autônomos aumentarão a complexidade de conhecimentos às tarefas humanas, exigindo-se competências intelectuais.

Em meio às alterações nos processos produtivos e cenário industrial, certamente irão surgir mudanças quanto à qualificação das pessoas e ao desenvolvimento de competências (CHRYSSOLOURIS *et al.*, 2013; SACKKEY; BESTER, 2016). Armstrong (2014) define a competência como um termo generalizado que envolve atitude, conhecimento e habilidades que uma pessoa precisa ter para atender uma expectativa de desempenho.

As competências humanas esperadas na Indústria 4.0 apresentam relação direta aos aspectos (MAROPE; GRIFFIN; GALLAGHER, 2017): i) Informação; ii) Dados; iii) Novas tecnologias e procedimentos, e; iv) Gestão, principalmente.

O Quadro 2 apresenta algumas das competências bases projetadas para o trabalho humano na Indústria 4.0.

Quadro 2. Competências bases para Indústria 4.0 com foco na indústria de manufatura.

Profissional	Competência
1. Gerente estratégico	Responsabilidade ambiental
	Perspectivas e visão de futuro
	Capacidade de acompanhar mudanças a nível global
	Pensamento empreendedor
	Criatividade
2. Gestor de projetos	Inovação
	Comunicação a nível global
	Liderança
	Facilidade para resolução de conflitos
	Respostas rápidas para resolução de problemas organizacionais
	Pensamento crítico
	Habilidades analíticas

Continua...

Continuação...

	Conhecimento e experiências na área
3. Desenvolvedor de tecnologias	Criatividade
	Inovação
	Curiosidade
	Autodireção
	Comunicação a nível global
	Conhecimento aprofundado de recursos digitais, tecnologias e processos diversos (<i>Big Data, Cloud computing</i> e outros)
	Conhecimento aprofundado de Tecnologia da Informação
	Conhecimento aprofundado de automação industrial
4. Desenvolvedor de componente eletrônico 5. Desenvolvedor de software	Habilidades analíticas e gráficas
	Criatividade
	Inovação tecnológica
	Comunicação a nível global
	Conhecimento de recursos digitais, tecnologias e processos diversos (<i>Big Data, Cloud computing</i> e outros)
	Conhecimento de TI
6. Programador de sistemas 7. Testador de sistemas	Habilidades analíticas e gráficas
	Comunicação eficiente
	Conhecimento de recursos digitais, tecnologias e processos diversos (<i>Big Data, Cloud computing</i> e outros)
8. Operador de manutenção	Conhecimento de TI e gestão de sistemas
	Conhecimento detalhado de componentes e tecnologias avançados
9. Supervisor de processo	Comunicação efetiva
	Linguagem eficiente
	Habilidade em transferir conhecimentos
	Habilidade em gerir equipas
	Observação criteriosa dos processos e controle
	Identificação de problemas antes que ocorram
	Habilidade e facilidade para solucionar problemas
	Habilidades de gestão de recursos produtivos e tecnológicos
10. Operador de máquina	Conhecimento de TI
	Adaptabilidade às mudanças
	Facilidade para resolução de conflitos
	Conhecimento de tecnologias digitais
	Facilidade para tomar decisões e aplicar ações

Fonte: Silva, Kovaleski e Pagani (2019).

Diante das competências identificadas na literatura, na Figura 3 são apresentadas as competências bases consideradas fundamentais para Indústria 4.0, independente da atuação profissional.

Figura 3 - Competências bases para pessoas na Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Essas competências são necessárias para o trabalho, pois integram pessoas entre si e aos recursos físicos e digitais, tornando-as melhor preparadas para atuar nos departamentos estratégicos, táticos e operacionais, ocorrendo-se variações de níveis de desenvolvimento de competências. O conhecimento técnico também se refere à compreensão da dinâmica das tecnologias da comunicação, informação e operações diversas em funcionamento.

O conhecimento é um ativo intangível primordial nas indústrias, pois propicia inúmeras vantagens competitivas, como mudanças no ambiente organizacional e inovações tecnológicas e de processos (HAMMES *et al.*, 2015). Para as novas configurações industriais, o conhecimento aprofundado de tecnologias e de processos inteligentes será indispensável, como codificação de sistemas e segurança cibernética (HECKLAU *et al.*, 2016). De acordo com Rüßmann *et al.* (2015), com a intensificação do uso de tecnologias integradas ao meio digital, as competências humanas para o desenvolvimento de *softwares* e conhecimentos de Tecnologia da Informação serão exigidas aos trabalhadores.

A criatividade é a capacidade de posicionar ideias comuns ou inovadoras sobre um assunto ou situação, de modo a desenvolver formas de interagir e resolver problemas nas indústrias (JOERRES *et al.*, 2016). No contexto da indústria do futuro, tal habilidade merece destaque (GORECKY *et al.*, 2014; HECKLAU *et al.*, 2016; ROMERO *et al.*, 2016; STOCK; SELIGER, 2016). Na Indústria 4.0, o trabalhador admitirá o papel de solucionador de problemas criativos quando confrontado com problemas complexos e dinâmicos (GORECKY *et al.*, 2014; BECKER; STERN 2016; STOCK; SELIGER, 2016) e a percepção para prever falhas em diferentes esferas da indústria (JOERRES *et al.*, 2016).

A facilidade das pessoas em acompanhar mudanças no mercado (tecnológicas e organizacionais), e a adaptabilidade das mesmas com relação às mudanças nos cenários de trabalho será importante na Indústria 4.0 (DO; YEH; MADSEN, 2016), isto é, pessoas adaptáveis às mudanças nas indústrias, que acompanham as inovações e as alterações no fluxo de trabalho serão essenciais (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015).

Devido à inserção de processos inteligentes nas indústrias, caberá ao operador monitorar e supervisionar os sistemas de produção, com o auxílio de *softwares* e tecnologias específicas (WITTENBERG, 2016; LALANDA; MORAND; CHOLLET, 2017; PACAUX-LEMOINE *et al.*, 2017). Portanto, habilidades analíticas e capacidade / facilidade para tomar decisões em tempo real são necessárias. É necessário tanto compreender os modos de operar tecnologias como de extrair resultados das mesmas.

Além das tarefas de monitoramento, a participação humana na Indústria 4.0 também irá englobar processos decisórios, cujo trabalhador assumirá o papel de solucionador de problemas criativos quando confrontado aos problemas complexos e dinâmicos (GORECKY *et al.*, 2014; STOCK; SELIGER, 2016). Neste contexto, as competências intelectuais serão requisitos determinantes na contratação das pessoas para o trabalho.

A liderança conduz a gestão adequada de recursos humanos, bem como, permite que conflitos de ideias, decisórios ou outros e problemas sejam mais bem gerenciados. É uma competência útil na Indústria 4.0 (Hecklau *et al.*, 2016).

Outra competência citada por Becker e Stern (2016) é a comunicação entre pessoas internas e externas à indústria. O aperfeiçoamento de habilidades interpessoal, de linguagem e comunicação será fundamental.

A qualificação de pessoas ocorrerá por meio da capacitação interdisciplinar de pessoas (GORECKY *et al.*, 2014; PFEIFFER, 2016), aperfeiçoamento de modos como treinamentos são ministrados (GORECKY *et al.*, 2014), treinamento integrado em laboratórios técnicos providos de tecnologias, *softwares* e *hardwares* (BEDOLLA; D' ANTONIO; CHIABERT, 2017), entre outras ações. Gebhardt, Grimm e Neugebauer (2015) discutem a importância das competências de TI e de pensamento humano interdisciplinar como elementos curriculares básicos para as pessoas na Indústria 4.0.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualificação de pessoas para o trabalho é um dos requisitos primordiais e pode ser considerado um desafio para as indústrias, instituições de pesquisas e governos, que devem se criar políticas direcionadas às questões de trabalho humano nas indústrias.

Identificou-se que a comunicação, criatividade, inovação, facilidade para tomada de decisões, habilidades analíticas e liderança são fundamentais para o trabalho na Indústria 4.0, bem como, o conhecimento técnico multidisciplinar.

A análise macro de competências é uma contribuição científica relevante, pois é por meio desta que ramificações de competências serão criadas, bem como que a qualificação de pessoas será aperfeiçoada de acordo com a realidade em questão.

Sugere-se a realização de estudos complementares, desenvolvidos com o objetivo de apresentar contribuições relacionadas à qualificação de pessoas para o trabalho na Indústria 4.0, principalmente estudos de caráter empírico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERS, A.; GLADYSZ, B.; PINNER, T.; BUTENKO, V.; STÜRMLINGER, T. Procedure for Defining the System of Objectives in the Initial Phase of an Industry 4.0 Project Focusing on Intelligent Quality Control Systems. **Procedia CIRP**, 52, 2016.

ALMADA-LOBO, F. The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). **Journal of Innovation Management**, 3, 2015.

ANNUNZIATA, M.; BILLER, S. **The Future of Work Starts Now**, 2014. Disponível em: <<http://www.ge.com>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

ARMSTRONG, M. **Handbook of human resource management practice**. 13th. London: Kogan Page, 2014.

BECKER, T.; STERN, H. Future Trends in Human Work area Design for Cyber-Physical Production Systems. **Procedia CIRP**, v. 57, 2016.

BEDOLLA, J. S.; D' ANTONIO, G.; CHIABERT, P. A novel approach for teaching IT tools within Learning Factories. **Procedia Manufacturing**, v. 9, 2017.

BFWuE - Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie. **Was ist Industrie 4.0?**, 2018. Disponível em: <<https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CHRYSSOLOURIS, G.; MAVRIKIOS, D.; MOURTZIS, D. Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future. **Procedia CIRP**, v. 7, 2013.

DING, I. J.; LIN, S. K. Performance Improvement of Kinect Software Development Kit-Constructed Speech Recognition Using a Client-Server Sensor Fusion Strategy for Smart Human-Computer Interface Control Applications. **IEEE Access**, v. 5, 2017.

DO, B. R.; YEH, P. W.; MADSEN, J. Exploring the relationship among human resource flexibility, organizational innovation and adaptability culture. **Chinese Management Studies**, v. 10, n. 4, 2016.

DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T. Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution. **Procedia CIRP**, v. 17, 2014.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? **IEEE industrial electronics magazine**, 2014.

GEBHARDT, J.; GRIMM, A.; NEUGEBAUER, L. M. Developments 4.0 Prospects on future requirements and impacts on work and vocational education. **Journal of Technical Education**, 2015.

GORECKY, D.; KHAMIS, M.; MURA, K. Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 30, n. 1, 2017.

GORIS, K. **Autonomous Mobile Robot Mechanical Design**, 2005. Disponível em: <<http://mech.vub.ac.be>>. Acesso em: 07 set. 2017.

GRZYBOWSKA, K.; ŁUPICKA, A. Key competencies for Industry 4.0. **Economics & Management Innovations**, v. 1, n. 1, 2017.

HADDARA, M.; ELRAGAL, A. The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. **Procedia Computer Science**, v. 64, 2015.

HAMMES, C. C. F.; TRENTINI, C. R.; OLIVEIRA, M. A.; MELIM, J. M. Knowledge Management: A review of the literature oriented approach to how organizations remember. **Revista Espacios**, v. 37, n. 3, 2015.

HECKLAU, F.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, 2016.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, 2017.

JASIULEWICZ-KACZMAREK, M.; SANIUK, A.; NOWICKI, T. The Maintenance Management in the Macro-Ergonomics Context. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, p. 35-46, v. 487, 2017.

JOERRES, J. et al. **The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution**. Global Challenge Insight Report: 2016.

LALANDA, P.; MORAND, D.; CHOLLET, S. Autonomic Mediation Middleware for Smart Manufacturing. **IEEE Internet Computing**, v. 21, n. 1, 2017.

LEE, E. A. Cyber Physical Systems: Design Challenges. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM. 2008. Orlando, USA. **Anais...** Orlando, USA: 2008.

LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, 2014.

ŁUPICKA, A.; GRZYBOWSKA, K. Key Managerial Competencies for Industry 4.0: Practitioners', Researchers' and Students' Opinions. **Logistics and Transport**, v. 3, 2018.

MAROPE, M.; GRIFFIN, P.; GALLAGHER, C. **Future Competences and the Future of Curriculum: A Global Reference for Curricula Transformation**. Paris: International Bureau of Education, 2017.

PACAUZ-LEMOINE, M. P.; TRENTESAUX, D.; REY, G. Z.; MILLOT, P. Designing intelligent manufacturing systems through Human-Machine Cooperation principles: A human-centered approach. **Computers & Industrial Engineering**, 2017.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ci.Inf.**, Brasília, v. 46, n. 2, 2018.

_____. Methodi ordinatio®: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, Springer, v. 105, n. 3, 2015.

PARK, S. H.; SHIN, W. S.; PARK, Y. H.; LEE, Y. Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 28, n. 9, 2017.

PARK, S.; LEE, S. A study on worker's positional management and security reinforcement scheme in smart factory using industry 4.0-based bluetooth beacons. **Lecture Notes in Electrical Engineering**, v. 421, 2017.

PERUZZINI, M.; PELLICCIARI, M. A framework to design a human-centred adaptive manufacturing system for aging workers. **Advanced Engineering Informatics**, 2017.

PFEIFFER, S. Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work. **Societies**, v. 6, n. 2, 2016.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. **Harvard Business Review**, 2014.

RODIČ, B. Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. **Oganizacija**, v. 50, n. 3, 2017.

ROMERO, D.; BERNUS, P.; NORAN, O.; STAHERE, J.; BERGLUND, A. F. The operator 4.0: Human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems. **IFIP Advances in Information and Communication Technology**, v. 488, 2016.

RÜBMAN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group: 2015.

SACKEY, S. M.; BESTER, A. Industrial engineering curriculum in industry 4.0 in a South African context. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, n. 4, 2016.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Technology Transfer and Human Capital in the Industrial 4.0 Scenario: A Theoretical Study. **Future Studies Research Journal**, v. 11, n. 1, 2019.

SINGH, B.; SELLAPPAN, N.; KUMARADHAS, P. Evolution of Industrial Robots and their Applications. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 3, 2013.

SPATH, D.; GANSCHAR, O.; GERLACH, S.; HÄMMERLE, M.; KRAUSE, T.; SCHLUND, S. Produktionsarbeit der Zukunft: Industrie 4.0. **Fraunhofer IAO**, 2013.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 40, 2016.

ULLAH, M. I.; AJWAD, S. A.; IRFAN, M.; IQBAL, J. Non-linear Control Law for Articulated Serial. **Elektronika ir Elektrotechnika**, v. 22, n. 1, 2016.

VYSOCKY, A.; NOVAK, P. Human - Robot collaboration in industry. **MM Science Journal**, 2016.

WANG, W.; ZHU, X.; WANG, L.; QIU, Q.; CAO, Q. Ubiquitous robotic technology for smart manufacturing system. **Computational Intelligence and Neuroscience**, 2016.

WITTENBERG, C. Human-CPS Interaction - requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0, **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 19, 2016.

APÊNDICE 1

Quadro 3 - Estudos que tratam, direta ou indiretamente, de temas relacionados ao trabalho na Indústria 4.0.

<i>“Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”</i>
<i>“Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future”</i>
<i>“Smart Manufacturing”</i>
<i>“Industrial Cyberphysical Systems: A Backbone of the Fourth Industrial Revolution”</i>
<i>“Industrie 4.0” and smart manufacturing-a review of research issues and application examples”</i>
<i>“Autonomic Mediation Middleware for Smart Manufacturing”</i>
<i>“Human Services and the Fourth Industrial Revolution: From husITa 1987 to husITa 2016”</i>
<i>“Exploring design opportunities for intelligent worker assistance: a new approach using projection-based AR and a novel hand-tracking algorithm”</i>
<i>“Optimal scheduling of manufacturing processes across multiple production lines by polynomial optimization and bagged bounded binary knapsack”</i>
<i>“Performance Improvement of Kinect Software Development Kit-Constructed Speech Recognition Using a Client-Server Sensor Fusion Strategy for Smart Human-Computer Interface Control Applications”</i>
<i>“A framework to design a human-centred adaptive manufacturing system for aging workers”</i>
<i>“Towards Lean Production in Industry 4.0”</i>
<i>“The maintenance management in the macro-ergonomics context”</i>
<i>“A study on worker’s positional management and security reinforcement scheme in smart factory using industry 4.0-based bluetooth beacons”</i>
<i>“Designing intelligent manufacturing systems through Human-Machine Cooperation principles: A human-centered approach”</i>
<i>“Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution”</i>
<i>“Privacy protection for data-driven smart manufacturing systems”</i>
<i>“Digitization and qualification of the staff in SME”</i>
<i>“Qualifizierung für „Industrie 4.0“: Facharbeit in Deutschland und deutschen Auslandsniederlassungen in Emerging Economies”</i>
<i>“Teaching Smart Production: An Insight into the Learning Factory for Cyber-Physical Production Systems (LVP)”</i>
<i>“Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models - A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control”</i>
<i>“Empowering User Interfaces for Industrie 4.0”</i>
<i>“A Modular Architecture for the Design of Condition Monitoring Processes”</i>
<i>“Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work”</i>
<i>“The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future”</i>
<i>“Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0”</i>
<i>“Learning Factory Modules for Smart Factories in Industrie 4.0”</i>
<i>“Exploring the relationship among human resource flexibility, organizational innovation and adaptability culture”</i>
<i>“Evaluating Four Devices that Present Operator Emotions in Real-time”</i>
<i>“Procedure for Defining the System of Objectives in the Initial Phase of an Industry 4.0 Project Focusing on Intelligent Quality Control Systems”</i>

Continuação..

Continua...

<i>“Logistics Response to the Industry 4.0: The Physical Internet”</i>
<i>“The operator 4.0: Human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems”</i>
<i>“Promoting Work-based Learning through Industry 4.0”</i>
<i>“Human - Robot collaboration in industry”</i>
<i>“Ubiquitous robotic technology for smart manufacturing system”</i>
<i>“Transforming to a Hyper-connected Society and Economy - Towards an “Industry 4.0”</i>
<i>“Fuzzy logic in decision support system as a simple Human/IoT interface for shunt active power filter”</i>
<i>“Product-Service Architecture (PSA): toward a Service Engineering perspective in Industry 4.0”</i>
<i>“Human-CPS Interaction - requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0”</i>
<i>“Future Trends in Human Work area Design for Cyber-Physical Production Systems”</i>
<i>“Intelligent Learning Management by Means of Multi-sensory Feedback”</i>
<i>“Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution”</i>
<i>“Opportunities and threats of the fourth industrial revolution and their reflection in the selection of innovative growth strategies”</i>
<i>“Industrial engineering curriculum in industry 4.0 in a South African context”</i>
<i>“Forecasting the disruptive skillset alignment induced by the forthcoming industrial revolution”</i>
<i>“Increasing production efficiency through electronic batch record systems: A case study”</i>
<i>“The fourth industrial revolution: Preconditions and contents”</i>
<i>“Developments 4.0 Prospects on future requirements and impacts on work and vocational education”</i>
<i>“Wisdom manufacturing: new humans-computers-things collaborative manufacturing model”</i>
<i>“Strategic factor analysis for industry 4.0”</i>