

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**JIVAGO XAVIER AFFONSO**

**A INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO NA VIDA PROFISSIONAL DE SEUS TRABALHADORES**

**CURITIBA**

**2017**

**JIVAGO XAVIER AFFONSO**

**A INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO NA VIDA PROFISSIONAL DE SEUS TRABALHADORES**

Artigo apresentado como requisito à conclusão do Curso de MBA em Inteligência de Negócios, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Pécora Jr.

**CURITIBA**

**2017**

## A INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO NA VIDA PROFISSIONAL DE SEUS TRABALHADORES

Jivago Xavier Affonso

### 1 RESUMO

A Indústria 4.0 é atualmente um dos tópicos mais discutidos no setor industrial mundial. O fascínio pela Indústria 4.0 traz consigo toda a admiração pelas novas tecnologias e inovações futuristas, mas traz também muitos questionamentos sobre o futuro com relação à vida profissional nas empresas. Esta pesquisa busca, por meio de uma metodologia de levantamento documental e revisão bibliográfica, trazer mais conhecimento a respeito da Indústria 4.0 e principalmente com relação à forma com que os trabalhadores desta nova indústria serão inseridos nela.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS). Internet das Coisas. Internet dos Serviços. Fábrica Inteligente.

### 2 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 é atualmente um dos tópicos mais discutidos no setor industrial mundial. Desde que a Alemanha iniciou a discussão desta nova forma de produção e de fazer negócios por meio de anúncios de suas iniciativas e estratégias para o futuro, o meio industrial e acadêmico reagiu de forma muito entusiasta.

O fascínio pela Indústria 4.0 traz consigo toda a admiração pelas novas tecnologias e inovações futuristas, mas traz também muitos questionamentos sobre o futuro com relação à vida profissional nas empresas.

Esta pesquisa busca, por meio de uma metodologia de levantamento documental e revisão bibliográfica, trazer mais conhecimento a respeito da Indústria 4.0 e principalmente com relação à forma com que os trabalhadores desta nova indústria serão inseridos nela.

Assim, em um primeiro momento serão apresentadas todas as revoluções industriais ocorridas até a Indústria 4.0. Após, será definido de acordo com diversos autores, o que é a Indústria 4.0, seus conceitos, suas tecnologias. E por último, como o trabalhador do setor industrial deverá ser inserido neste novo ambiente de trabalho.

Por último, mas não menos importante, o artigo busca instigar novas pesquisas sobre a Indústria 4.0 a fim de que novos conhecimentos sejam adquiridos e disseminados tanto no meio acadêmico quanto no setor industrial.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

O referencial teórico é uma importante parte deste trabalho, pois busca através da pesquisa bibliográfica apresentar o que já foi publicado acerca do tema ou dos aspectos inerentes ao mesmo, bem como fundamentar e embasar a relevância do tema, seus conceitos, definições e os conhecimentos disseminados.

A primeira revolução industrial data do século XVIII e se originou na Inglaterra. Até então, a sociedade era predominantemente rural e sua produção era artesanal na qual os artesãos utilizavam ferramentas manuais e máquinas básicas. Com o advento das máquinas a vapor, do tear mecânico e início das investigações por novas oportunidades para a produção, a confecção de produtos começou a ser mais rápida e a utilizar menos esforço humano. Entretanto, a mais importante mudança aconteceu na organização do próprio trabalho, pois foi neste período que pela primeira vez pessoas foram reunidas e colocadas sob o mesmo teto – nascia a fábrica - para trabalharem juntas. (SCHLÖTZER, 2015). A nova organização começou também a criar áreas de especialidade, a separar a produção em tarefas delimitadas e a reunir os trabalhadores de acordo com suas melhores habilidades, fazendo com que o processo produtivo se tornasse massivo. Esta mudança também fez com que os trabalhadores tivessem que deixar de ser artesãos, que trabalhavam com ferramentas manuais, e passassem a ser operadores de máquinas, com novas habilidades e uma nova disciplina. Esta etapa marca o primeiro momento em que trabalhadores precisam ser gerenciados, organizados, controlados debaixo do mesmo guarda-chuva, com hierarquia organizacional, estrutura e sistemas. (SCHLÖTZER, 2015).

No início do século XX se inicia a segunda revolução industrial. Enquanto a primeira revolução industrial estava mais centralizada na área têxtil, de ferro e nas máquinas a vapor, a segunda revolução industrial envolveu mais as áreas de aço, petróleo, químicas e elétricas. (SCHLÖTZER, 2015). Porém, foi a utilização da eletricidade que fez com que essa fase da história fosse tomada como uma nova revolução industrial. Por meio de novos dispositivos, instrumentos e equipamentos a

indústria se modificou de forma realmente radical e não somente por meio de incremento das tecnologias até então existentes. Assim, uma nova sociedade, ainda mais engajada na produção massiva, era criada e tinha na eletricidade, na ciência e nas inovações tecnológicas sua base para avançar cada vez mais. Outro fator deste período que é importantíssimo ressaltar é o surgimento de importantes estudos de administração e da linha de montagem como a conhecemos até hoje. Em 1911, o engenheiro norte-americano Frederick Taylor, publicou o livro *Princípios de Administração Científica*. Nesta obra buscou a racionalização do trabalho a fim de demonstrar que a gestão deveria ocorrer com um administrador científico, que estudasse e mostrasse como deveria ser feito: sem desperdícios.

Outro pioneiro da administração desta época é Jules Henri Fayol. Fayol, diferentemente de Taylor, vinha de uma família rica e defendia que administrador não tem que cuidar de tudo. Defendia a segmentação da empresa em áreas, tais como vemos hoje em dia (Compras, Finanças, Engenharia, Logística e etc.).

Entretanto, Henry Ford foi o homem que ao aplicar ambas as teorias em sua fábrica automotiva, dando ainda mais relevância aos trabalhos e contribuições de Taylor e Fayol, revolucionou o processo produtivo.

Em 1913, em sua fábrica de automóveis, Henry Ford criou a primeira linha de produção. Após conhecer o funcionamento de abate de gado, Ford teve a ideia de organizar o trabalho como uma linha de produção, fazendo seu veículo se movimentar ao invés de seus operários. Esta nova forma de organizar os trabalhadores, um a frente do outro, em linha, na qual o produto passava pela linha e ia sendo produzido, fez com que sua produção se tornasse extremamente eficiente e seus números de produção crescessem como nunca se tinha visto antes. Utilizou também a ideia de tempos e movimentos para esta organização, uma vez que a velocidade da linha toda era determinada pelo elo mais fraco desta cadeia, ou seja, o trabalhador mais lento. Ford via no ser humano uma ferramenta de trabalho. O recrutamento na época era visual. A remuneração por dia ou por peça produzida. E as relações trabalhistas muito simples. A avaliação de desempenho também era simples, “corpo” se mexendo era bom, “corpo” parado, ruim.

De acordo com (SCHLÖTZER, 2015, p.4-5):

Em geral, o trabalho tornou-se uma mercadoria simples. A concorrência entre os trabalhadores se intensificou e os proprietários das indústrias utilizaram este momento para oferecer salários cada vez mais baixos e a

instigar os trabalhadores ao máximo, uma vez que a segurança do emprego era baixa já que caso o trabalhador cometesse um erro era rapidamente substituído por outro. Entretanto, em certo ponto os trabalhadores não queriam aceitar sua situação ruim e começaram a se organizar em grupos e a unir seus poderes de barganha individual contra os proprietários e gerentes. Os "sindicatos" nasceram. Com este novo poder de barganha estes grupos de pessoas, agora unidos, tentaram forçar a gestão e aos proprietários de fábricas a melhorar o ambiente de trabalho, aumentar os salários e fornecer outros benefícios. Porém, se por um lado o crescente número de sindicatos fortaleceu os trabalhadores, por outro, fez com que a administração e os proprietários das empresas buscassem acelerar o processo de automação, haja vista que máquinas não discutem, não têm exigências para o ambiente de trabalho, exceto eletricidade. Em geral, a gestão só fez o que era melhor para os negócios. Eles tentaram eliminar o maior fator de risco no processo de produção, o trabalho humano, e tornar o processo produtivo mais previsível, consistente e confiável e, em última instância, minimizar as interrupções. (SCHLÖTZER, 2015, p.4-5).

A terceira revolução industrial ou também comumente chamada Revolução Tecnológica ocorreu no século passado, pós-segunda guerra mundial (1939-1945), principalmente devido a maior interação entre o conhecimento científico e a produção industrial. Um dos marcos desta nova revolução industrial ocorreu nos anos 70 com a descoberta e utilização da robótica nos meios produtivos, bem como maior informatização nos sistemas de produção. Com a chegada dos computadores pessoais nos anos 90, a internet (World Wide Web) e a globalização, a produção industrial e principalmente as relações comerciais entre os países sofreram uma nova mudança dentro deste cenário que passava agora de uma tecnologia analógica e mecânica para uma tecnologia digital.

De acordo com (SCHLÖTZER, 2015, p.5):

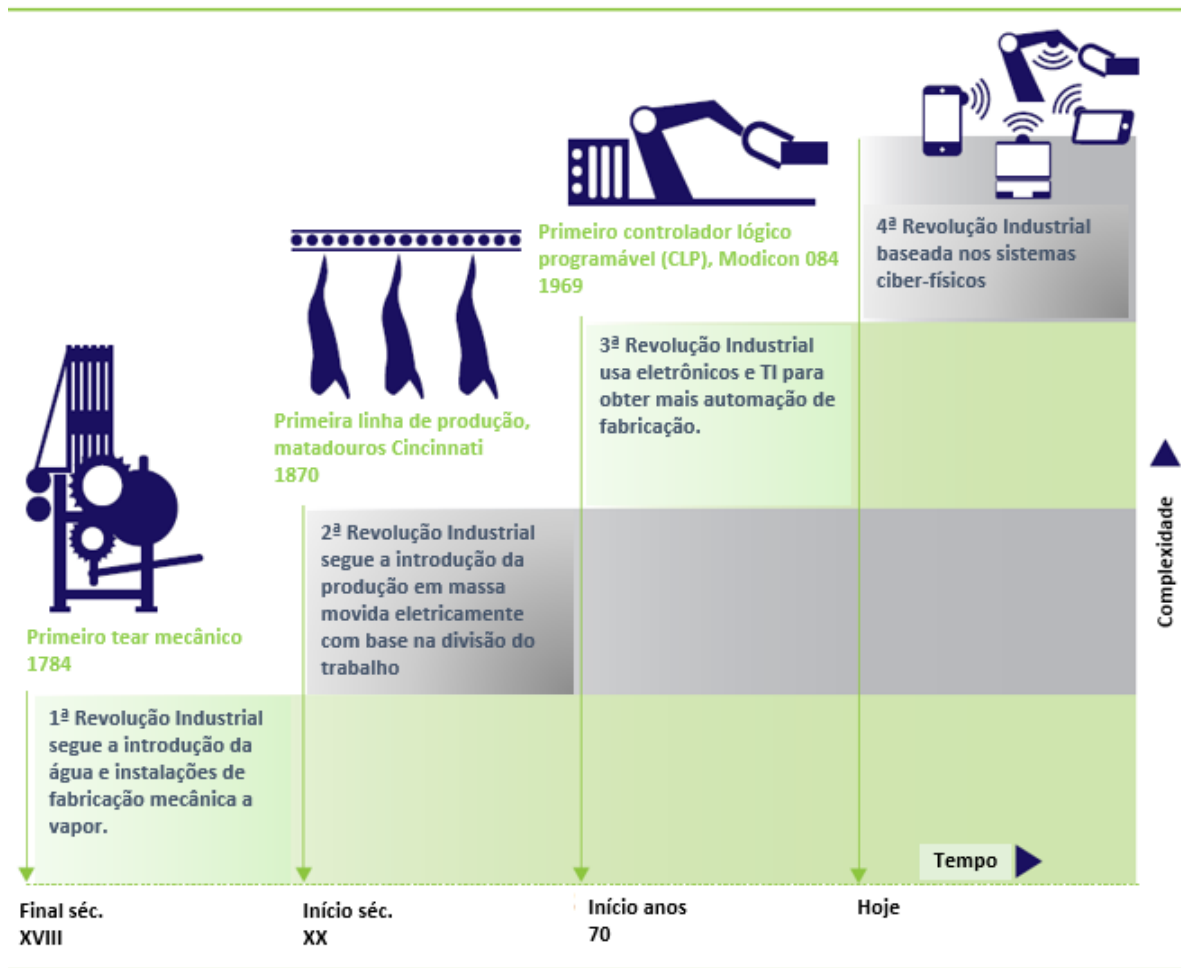
Assim como a Segunda Revolução Industrial transformou os empregados de artesãos em operadores de máquina, a Revolução Digital os transformou de operadores de máquinas em operadores de computador ou trabalhadores do conhecimento. Agora, os funcionários precisavam das habilidades para usar computadores e para programar máquinas e robôs, e os operários no piso de produção desapareciam cada vez mais. Mas, como essas habilidades informáticas eram raras e, portanto, caras e difíceis de controlar, a gerência e os proprietários tiveram que encontrar novas estratégias e práticas para facilitar os requisitos para tais empregos. Em vez

de o conhecimento ser "bloqueado" na mente de pessoa para a qual um salário *premium* pode ser cobrado, o conhecimento de trabalho deve ser disponibilizado para empresas sob a forma de programas de software e roteiros padronizados que então podem ser usados por trabalhadores menos qualificados também. (SCHLÖTZER, 2015, p.5).

Porém, somente após a redução dos custos, massificação e globalização destas novas tecnologias e que as empresas conseguiram se conectar umas às outras capturando, armazenando, transferindo e manipulando informações. Entretanto, quando tratamos do meio produtivo industrial, mesmo após a chamada Era da Informação, as máquinas e robôs dependem de pessoas para suas configurações e gerenciamento. Pessoas que insiram informações e parâmetros, que controlem e monitorem seu funcionamento e que façam suas manutenções adequadamente a fim de que estes equipamentos possam produzir o máximo possível. É neste momento que nos introduzimos nesta nova revolução industrial, a chamada Indústria 4.0.

Abaixo imagem ilustrativa das quatro revoluções industriais (FIGURA 1):

FIGURA 1 – OS QUATRO ESTÁGIOS DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL



FONTE: KAGERMANN ET AL. (2013)

O termo Indústria 4.0 surgiu na famosa feira anual de Hannover, Alemanha, no ano de 2011, como uma iniciativa estratégica do governo alemão. Segundo Bartodziej (2016), foi lançado por meio do *Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance (FU)*. De acordo com o mesmo, as recomendações para implementação foram formuladas pelo grupo de trabalho da Indústria 4.0 entre janeiro e outubro de 2012 sobre a coordenação da *National Academy of Science and Engineering (Acatech)*. Conforme Bartodziej (2016), desde 2006 o governo alemão vinha buscando uma estratégia *high-tech* para coordenação de iniciativas de pesquisa e inovação na Alemanha com o objetivo de assegurar uma posição competitivamente forte a seu país por meio da inovação tecnológica. Este trabalho foi chamado de *High-Tech Strategy 2020* e focou em cinco áreas prioritárias: clima/energia, saúde/alimentação, mobilidade, segurança e comunicação. Segundo Bartodziej (2016), uma vaga definição da indústria 4.0 foi



feita pela FU em 2011. Definiram Indústria 4.0 como “[...] a quarta revolução industrial, um novo nível de organização e controle de toda a cadeia de valor através de todo o ciclo de vida dos produtos. Este ciclo inclui o cumprimento dos requisitos individualizados do cliente e se eleva da ideia, ordem real, desenvolvimento e fabricação, entrega ao cliente e processo de reciclagem com os serviços envolvidos. A base para o desenvolvimento é formada pela disponibilidade de todas as informações necessárias em tempo real através da interconexão de todas as instâncias envolvidas na criação de valor, bem como através da capacidade de derivar o melhor fluxo de valor possível com base nos dados resultantes. Através da conexão de pessoas, objetos e sistemas, evoluirão redes dinâmicas, em tempo real, otimizadas, auto-organizadas, com redes de valores entre companhias, que podem ser otimizadas com base em diferentes critérios, como custos, disponibilidade e eficiência de recursos.”. Como esta definição em um primeiro olhar parece estar sobrecarregada, uma definição mais precisa foi feita pela Acatech em 2013. Nesta, definem a Indústria 4.0 como “[...] a integração técnica da CPS na fabricação e logística e no uso da Internet das Coisas e Serviços em processos industriais. Isso terá implicações para criação de valor, modelos de negócios, serviços e organização do trabalho.”.

Segundo Hermann et al. (2016), utilizando uma revisão da literatura, o termo Indústria 4.0 se tornou público e conhecido em 2011 quando uma iniciativa de nome “Indústria 4.0 – uma associação de representações de negócios, políticas e acadêmicas”, promovia a ideia de uma aproximação da força de competitividade da Indústria Manufatureira Alemã. O governo alemão apoiou a ideia e anunciou que a Indústria 4.0 seria uma parte integrante da iniciativa “*High-Tech Strategy 2020 for Germany*” com o objetivo de liderar a inovação tecnológica. Subsequentemente foi formado o “*Industrie 4.0 Working Group*” que desenvolveu as primeiras recomendações para implementação publicadas em Abril de 2013 (Kagermann et al., 2013). Nesta publicação, Kagermann et al. (2013) descrevem sua visão da Indústria 4.0 como:

No futuro, as empresas estabelecerão redes globais que incorporem suas máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção em forma de sistemas ciberfísicos (CPS). No ambiente de fabricação, esses sistemas ciberfísicos compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção capazes de trocar informações

de forma autônoma, desencadear ações e controlar-se independentemente. Isso facilita melhorias fundamentais nos processos industriais envolvidos na fabricação, engenharia, uso de materiais e cadeia de suprimentos e gerenciamento do ciclo de vida. As fábricas inteligentes que já começaram a aparecer empregam uma abordagem completamente nova para a produção. Produtos inteligentes são exclusivamente identificáveis, podem estar localizados em todos os momentos e conhecer sua própria história, status atual e rotas alternativas para alcançar seu estado alvo. Os sistemas de fabricação embutidos são conectados verticalmente com processos de negócios dentro de fábricas e empresas e conectados horizontalmente a redes de valores dispersas que podem ser gerenciadas em tempo real - desde o momento em que uma ordem é colocada diretamente até a logística de saída. Além disso, eles habilitam e exigem engenharia de ponta a ponta em toda a cadeia de valor. (Kagermann et al., 2013, p. 5).

Em seu trabalho Glas e Kleemann (2016), também fazem uma revisão da literatura e apresentam um quadro com algumas definições de Indústria 4.0 (QUADRO 1):

QUADRO 1 – DEFINIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0

<b>Termo / Conceito</b>	<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
Indústria 4.0	Platform I4.0 (2015)	Indústria 4.0 é uma reforma e reorganização da cadeia de valor para uma coordenação em rede na era da 4ª revolução industrial. Mais preciso, a Indústria 4.0 usa solicitações individuais de clientes em tempo real e balanços ambientais ("Big Data") de todas as instituições participantes da cadeia de valor para integrar integralmente o processo de produção.
Indústria 4.0	Schmidt et al. (2015)	A Indústria 4.0 é a superposição de vários desenvolvimentos tecnológicos que abrangem produtos e processos. Está relacionada aos chamados sistemas físicos cibernéticos que descrevem a fusão do digital com o fluxo de trabalho físico.
Indústria 4.0	Sendler (2013), p. 7	A Indústria 4.0 é a ligação de produtos e serviços entre si e com seu respectivo ambiente através da internet e outros serviços de rede que permitem o desenvolvimento de novos produtos de serviços nos quais muitas funções de produtos funcionam de forma autônoma - sem intervenção humana.

Indústria 4.0	Felser (2015)	A Indústria 4.0 realiza um valor colaborativo otimizado (serviços e processos inteligentes) por uma cooperação inteligente de competências e capacidades novas e aprimoradas em uma rede de suprimentos com base em novas tecnologias, em particular tecnologias de informação e comunicação.
Indústria 4.0	Schmidt et al. (2015)	A indústria 4.0 deve ser definida como a incorporação de produtos inteligentes em processos digitais e físicos. Os processos digitais e físicos interagem uns com os outros e atravessam fronteiras geográficas e organizacionais.

FONTE: GLAS, ANDREAS H.; KLEEMANN, FLORIAN C. (2016)

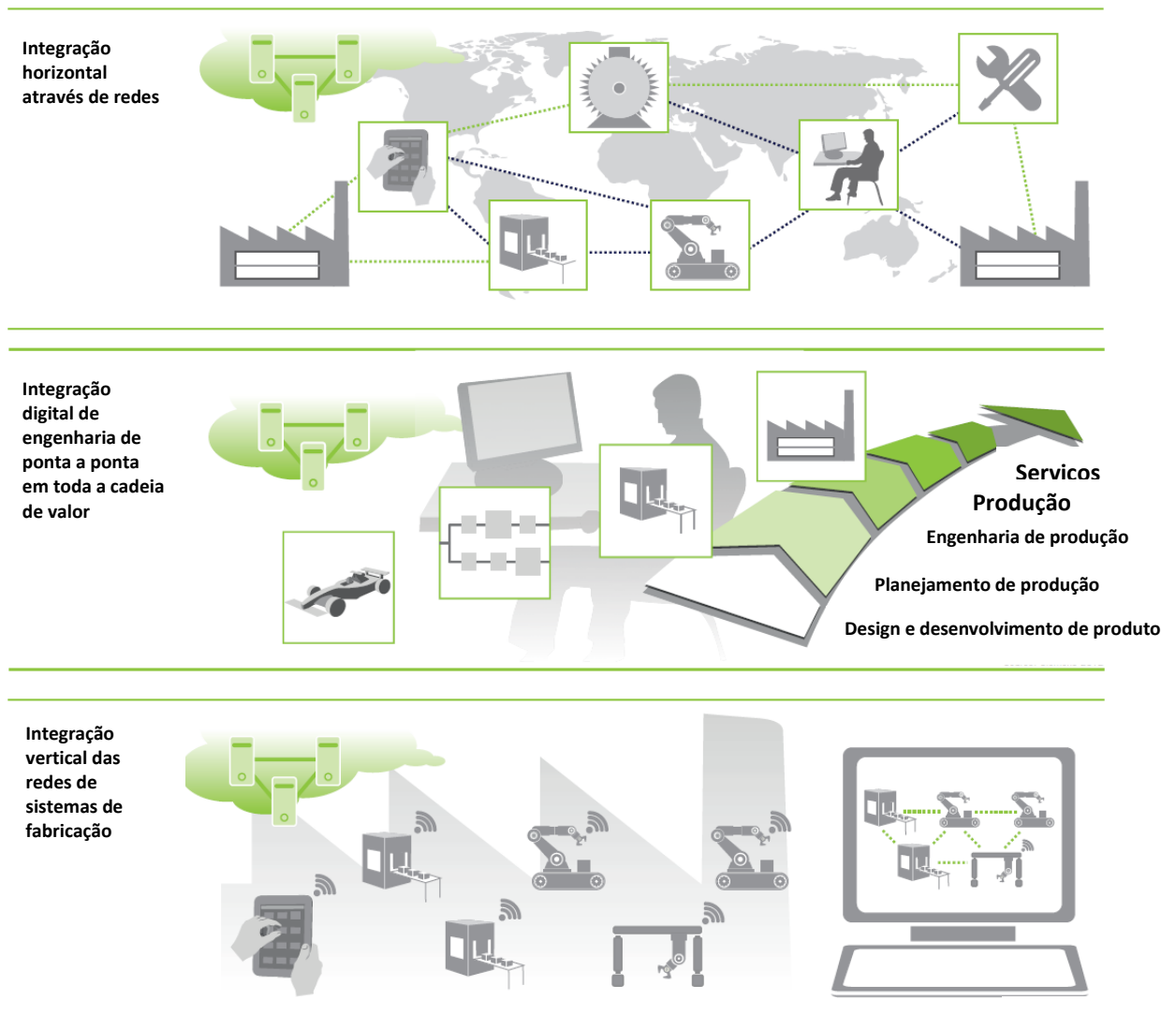
Como dito anteriormente, o grupo “*Industrie 4.0 Working Group*” foi formado para desenvolver as primeiras recomendações para implementação da Indústria 4.0. Em sua publicação, sugerem que a Alemanha adote uma dupla estratégia:

1. Tornar-se o principal fornecedor de tecnologias de fabricação inteligente;
2. Criar e servir novos mercados líderes em tecnologias e produtos em sistemas físicos cibernéticos (CPS).

Para cumprir os objetivos desta dupla estratégia sugerem que as seguintes características devem ser implementadas (FIGURA 2):

- Integração horizontal através de redes de valor;
- Integração digital de engenharia de ponta a ponta em toda a cadeia de valor;
- Integração vertical das redes de sistemas de fabricação.

FIGURA 2 – TRÊS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS



FONTE: KAGERMANN ET AL. (2013)

Na apresentação dos resultados de sua revisão da literatura Hermann et al. (2016), identificam os quatro componentes-chaves mais citados pelos autores que publicaram sobre o tema Indústria 4.0, sendo eles: Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS), Internet das Coisas (IoT), Internet dos Serviços (IoS) e Fábrica Inteligente. Hermann et al. (2016) apresentam também definições para cada componente-chave conforme a seguir:

Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS): são integrações de computação e processos físicos. Computadores e redes integrados monitoram e controlam os processos físicos, geralmente com loops de feedback onde os processos físicos afetam os cálculos e vice-versa (Lee, 2008, p. 363).

Internet das Coisas: A Internet das Coisas permite "coisas" e "objetos", como RFID, sensores, atuadores, telefones celulares, que, através de esquemas de endereçamento únicos, (...) interagem uns com os outros e cooperam com seus componentes "inteligentes" vizinhos, para alcançar objetivos. (Giusto, Lera, Morabito e Atzori, 2010, p. V).

Internet dos Serviços: A Internet dos Serviço (IoS) permite que "os fornecedores de serviços ofereçam seus serviços via a Internet. [...] O IoS consiste em participantes, uma infraestrutura para serviços, modelos de negócios e os próprios serviços. Os serviços são oferecidos e combinados em serviços de valor agregado por vários fornecedores; eles são comunicados aos usuários bem como consumidores e são acessados por eles através de vários canais. "(Buxmann, Hess, & Ruggaber, 2009, p. 341).

Fábrica Inteligente: A Fábrica Inteligente é definida como uma fábrica consciente do contexto, que auxilia pessoas e máquinas na execução de suas tarefas. Isto é conseguido por sistemas trabalhando em segundo plano, os chamados sistemas de calma e contexto consciente significa que o sistema pode levar em consideração informações de contexto como a posição e o status de um objeto. Esses sistemas realizam suas tarefas com base em informações que chegam do mundo físico e virtual. A informação do mundo físico é, por exemplo, a posição ou condição de uma ferramenta, em contraste com a informação do mundo virtual como documentos eletrônicos, desenhos e modelos de simulação. [...] Os sistemas de calma estão se referindo a este contexto para o hardware de uma Fábrica Inteligente. A principal diferença entre sistemas de calma e outros tipos de sistemas é a capacidade de se comunicar e interagir com o seu ambiente. "(Lucke, Constantinescu, & Westkämper, 2008, página 115).

Segundo CNI - Confederação Nacional das Indústrias do Brasil (2016), em seu documento chamado "Challenges for Industry 4.0 in Brazil", em uma tradução livre, "Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil", são elencados elementos já mencionados e ainda outros relacionados às tecnologias da Indústria 4.0, sendo eles: Internet das Coisas, *big data*, nuvem computacional, robótica avançada, inteligência artificial, novos materiais, novas tecnologias aditivas à manufatura (impressão 3D) e manufatura híbrida (funções aditivas e padrões na mesma máquina).

A Indústria 4.0 ainda é algo muito recente tanto do ponto de vista acadêmico quanto do ponto de vista prático. Em sua publicação, Kagermann et al. (2013) fazem uma análise dos investimentos e iniciativas, não só da Alemanha, mas também dos países que estão fortemente buscando se aproximar desta nova realidade da Indústria 4.0, como Estados Unidos, China, Índia, Rússia, além claro, da União Européia. A CNI - Confederação Nacional das Indústrias do Brasil (2016), também apresenta em seu documento as iniciativas de países como Alemanha, Estados Unidos, China, Japão, Coreia do Sul e do próprio Brasil.

Entretanto, não é somente o desenvolvimento ou aplicação destas tecnologias que são um entrave para uma maior disseminação e implementação da Indústria 4.0. Segundo pesquisa realizada pela CNI (2016), com 2.225 empresas, sendo 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes, entre 4 a 13 de janeiro de 2016, uma das principais barreiras externas que dificultam a adoção de tecnologias digitais é a falta de trabalhador qualificado (FIGURA 3).

FIGURA 3 – SONDAÇÃO ESPECIAL INDÚSTRIA 4.0



FONTE: CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS (2016)

E é baseado nesta barreira que entramos no ponto focal deste trabalho, o qual tem como norteadoras, as seguintes questões: Como os trabalhadores são inseridos na indústria 4.0? Como esta nova indústria modifica as relações de trabalho? Qual o perfil de trabalhador que irá compor esta nova indústria?

Em artigo publicado na *International Conference Theory and Application in the Knowledge Economy* (TAKE 2016), Decker (2016) trata da relação da geração Y/Z com o negócio 4.0. Neste artigo apresenta estudo realizado entre duas companhias German Stifterverband e McKinsey&Company (Deutscher Stifterverband 2016, pp. 4-5) no qual são apresentados alguns aspectos do desafio desta relação, tais como:

- 51% afirmam que as competências necessárias para usar ferramentas de cooperação digital aumentarão significativamente.
- No que diz respeito ao CV 70% afirmam que a experiência prática é mais importante, a segunda é o idioma (63%) e o terceiro é o uso competente das tecnologias digitais.
- 64% afirmam que a pesquisa dentro de suas empresas se tornará mais importante.
- 71% esperam que as competências não especializadas se tornem mais importantes.
- 50% esperam que sua própria empresa se torne mais importante como local de estudo para jovens.
- Apenas 28% das empresas desejam que os formatos de estudo presenciais sejam substituídos por formatos on-line.

Decker (2016, p.779), ainda apresenta alguns resultados adicionais deste estudo (questionário realizado com 303 companhias com mais de 20 empregados), no qual de acordo com Deutscher Stifterverband (2016, pp.8-9):

- Os trabalhos administrativos tornar-se-ão cada vez mais automatizados (75% concordam).
- A pesquisa se torna mais importante (84% concordam).
- Novos tipos de empregos serão vistos (82% concordam).
- Novos produtos com novas competências no design do produto serão vistos (85% concordam).
- Novos processos de produção e tecnologias de produção irão mudar o ambiente de trabalho na produção (84% concordam).
- O trabalho em equipe e a cooperação se tornarão mais importantes (89% concordam).

- Qualificarmos em ferramentas digitais se torna mais importante (60-80% concordam dependendo de ferramentas específicas).

Uma observação interessante que o autor faz é que o vínculo entre funcionários e empresas não será mais tão forte como antigamente e que isto se deve ao fato de haver uma nova mentalidade com relação à transparência, organização e uso de informações. Além disto, afirma que o concorrente já não é visto apenas como um de quem a informação precisa ser ocultada, mas talvez como alguém que possa adicionar aos próprios desenvolvimentos. Os processos abertos de inovação e as plataformas de compartilhamento de conhecimento são apenas dois sinais desse novo pensamento (DECKER, 2016).

Ainda segundo Decker (2016, p.780), em relação aos perfis de trabalho específicos em um mundo de produção e logística 4.0, haverá um desenvolvimento muito interessante. A liderança e o nível operacional se tornarão cada vez mais integrados. Ele trata essa nova relação como "pessoal de colarinho cinza". Para poder controlar sistemas cibernéticos complexos e realmente entender o que está acontecendo no "chão de fábrica", é necessário que os gerentes (acadêmicos ou não) possam entender todos os detalhes dos processos para suportar os sistemas a fim de otimizar os resultados. Muitas vezes, tem sido visto que os sistemas altamente automatizados onde as pessoas estão mais ou menos totalmente separadas do processo, oferecem menos qualidade do que os sistemas baseados em pessoas. Como consequência, espera-se que as pessoas voltem aos processos automatizados. Agora, como um novo tipo de parceiro da máquina digitalizada e dos robôs. "O computador ou o robô tornar-se-ão parceiros do trabalhador qualificado". (Falkenstein<sup>1</sup>, 2016 apud DECKER, 2016).

Esta relação homem-máquina é explorada pelo artigo de Gorecky et al. (2014) apresentado na 12ª Conferência Internacional do Instituto de Engenharias Elétrica e Eletrônica (sigla IEEE, em inglês).

Em seu artigo Gorecky et al. (2014), lida com soluções para a assistência tecnológica dos trabalhadores, que implementam a representação de um mundo cibercético e as interações que ocorrem na forma de interfaces de usuários inteligentes. Aborda ainda questões de aquisição, agregação, visualização e reutilização de dados e informações; as perspectivas tecnológicas que permitem o uso intuitivo de dados e informações; as interfaces de usuários móveis (sensíveis ao contexto); fornece pensamentos sobre os sistemas de assistência para ajudar os

<sup>1</sup> Falkenstein, A. (2016). In neuen Welten. Logistik Heute, 5, 2016 (pp. 22-23).



seres humanos em suas diferentes atividades; e introduz paradigmas para o desenvolvimento de interfaces de usuário, que irão acomodar os requisitos da Indústria 4.0.

Segundo Gorecky et al. (2014), as principais ferramentas que conectarão o CPS e as informações que este proverá, serão dispositivos móveis como smartphones, tables e smartglasses que combinam possibilidades operacionais das telas sensíveis ao toque, reconhecimento de voz e reconhecimento de gestos.

Um número cada vez maior de componentes de tecnologia de automação está adquirindo habilidades mecatrônicas, que podem ser parametrizadas e monitoradas e, portanto, precisam de uma interface de usuário. Em vez de equipar CPSs individuais com painéis de controle exclusivos, o acesso futuro a uma infinidade de componentes e sites diferentes acontecerá através de uma interface de usuário móvel (GORECKY et al.,2014, p. 291). Ainda conforme Gorecky et al. (2014):

- A gama funcional de componentes de tecnologia de automação a serem mapeados está em constante aumento. Assim, a complexidade do sistema com a qual o trabalhador tem que lidar também está aumentando.
- Devido ao aumento da distribuição e da rede de componentes da tecnologia de automação e da grande quantidade de comunicação sem fio na ocorrência, torna-se cada vez mais importante acompanhar as posições dos componentes e revelá-las aos trabalhadores.
- Ao mesmo tempo, a mobilidade dos trabalhadores como um solucionador de problemas flexível na Indústria 4.0 também está aumentando. A posição do trabalhador também deve ser rastreada, de modo a fornecer-lhes diretamente informações atualizadas no local e conforme necessário.

Realizando um resumo de seu trabalho, Gorecky et al. (2014), deixam bem claro como acreditam que será esta interação homem-máquina:

O desenvolvimento da Indústria 4.0 será acompanhado por uma mudança na gama de tarefas e demandas do trabalhador no contexto da fábrica. Todo trabalhador individual assumirá uma ampla gama de empregos, que serão amplamente definidos pela especificação, monitoramento e proteção de estratégias de produção no sistema de produção baseado no CPS. O trabalhador como o componente mais flexível da estrutura ciberfísica, na mesma forma, intervirá manualmente no sistema de produção organizado

de forma autônoma. O suporte ideal ao abordar a gama de problemas versáteis é fornecido por dispositivos móveis, por interfaces de usuário sensíveis ao contexto e por sistemas de assistência centrados no usuário. Através do suporte tecnológico, é garantido que o usuário possa realizar todo o seu potencial e assumir o papel de um decisor estratégico e solucionador de problemas flexível no sistema cibernético completo. Soluções comprovadas e orientadas para o futuro são fornecidas por tecnologias de interação estabelecidas e metáforas do mercado de bens de consumo, que, no entanto, precisam ser adaptadas às condições industriais. Além dos mecanismos de suporte tecnológico, é necessário implementar estratégias de qualificação adequadas, o que gerará o entendimento interdisciplinar necessário para o setor 4.0. (Gorecky et al., 2014, p. 294)

Analisando como este direcionamento tecnológico está modificando a forma de produção e como o resultado desta mudança impacta o trabalho industrial, Kleindienst et al. (2016), descrevem em seu artigo que os trabalhadores desempenharão um papel fundamental no local de trabalho industrial do futuro, embora não mais como mão-de-obra braçal, mas sim como um trabalhador do conhecimento.

Kleindienst et al. (2016), ainda apresentam as habilidades e competências necessárias para os trabalhadores industriais e analisam o papel que as tecnologias de comunicação e informação (ICT, sigla em inglês) podem desempenhar no apoio aos trabalhadores.

Um dos importantes pontos levantados por Kleindienst et al. (2016) é que a força de trabalho está mudando e três questões são mencionadas a respeito:

1. A força de trabalho está se tornando mais velha em média;
2. A força de trabalho está cada vez mais diversa etnicamente;
3. Uma vez que a demanda da força de trabalho está mudando, a força de trabalho precisa de assistência contínua e treinamento profissional.

Segundo Kleindienst et al. (2016):

Como os ambientes da indústria 4.0 contêm sistemas mais complexos devido à automação e à interconectividade entre os elementos do sistema, a competência do sistema será, portanto, uma qualificação básica para os trabalhadores industriais na Indústria 4.0. Isso inclui a capacidade de reconhecer elementos do sistema de produção, identificação de bordas do sistema, compreensão de funções e relacionamentos dentro do sistema e assim poder prever o comportamento do sistema. (Kleindienst et al., 2016)

Diante deste cenário, os autores sugerem uma lista de competências e qualificações para os trabalhadores que atuarão nesta nova indústria e as separam em duas classificações: pessoais e técnicas. Além disto, as estruturam em três categorias: deve ter; deveria ter; poderia ter. Abaixo uma representação do quadro apresentado pelos autores (QUADRO 2).

QUADRO 2 – FUTURAS COMPETÊNCIAS E QUALIFICAÇÕES DOS TRABALHADORES

	DEVE TER	DEVERIA TER	PODERIA TER
TÉCNICAS	Conhecimento e habilidades em TI (Tecnologia da Informação)	Gerenciamento do conhecimento	Habilidades de codificação e programação computacional
	Processamento e análise de dados e informação	Interdisciplinaridade/conhecimento genérico sobre tecnologias e organizações	Conhecimento especializado sobre tecnologias
	Conhecimento estatístico	Consciência para segurança e proteção de dados	Consciência sobre ergonomia
	Conhecimento organizacional e processual	Conhecimento especializado em atividades e processos de manufatura	Compreensão dos assuntos legais
	Habilidade de interação com interfaces modernas	-	-
PESSOAIS	Gerenciamento do tempo	Acreditar em novas tecnologias	-
	Adaptabilidade/habilidade em mudar	Aprendizado contínuo e aprendizagem ao longo da vida	-
	Habilidade de trabalhar em equipe	-	-
	Habilidade social	-	-
	Habilidade de comunicação	-	-

FONTE: KLEINDIENST, MARIO ET AL. (2016)

Os autores propõem em seu artigo que será necessário encontrar uma distribuição de trabalho entre computadores e humanos, de modo que cada um faça aquilo que faz de melhor. Segundo Kleindienst et al. (2016), os computadores podem buscar por um determinado padrão em grandes bancos de dados, ou grandes robôs podem ser muito mais fortes que um único ser humano. Os seres humanos, por outro lado, são notoriamente criativos, podem ser mais flexíveis e ter melhores habilidades motoras do que robôs. Porém, ainda conforme Kleindienst et al. (2016), tal posição deve ser contestada, seguindo uma longa tradição de disputa

na inteligência artificial de saber se a inteligência artificial está complementando e apoiando a inteligência humana, ou está a caminho de substituí-la.

Indo além, a pesquisa na interação homem-computador poderia contribuir não só para tornar os processos de produção industrial mais eficientes e flexíveis, mas também para tornar os ambientes de trabalho industriais ambientes de trabalho mais atraentes para humanos. Desse ponto de vista, os computadores estenderão as capacidades humanas e complementarão as capacidades e os interesses humanos, de modo que os seres humanos sejam livres para fazer no seu trabalho o que é melhor e aproveitem o máximo (KLEINDIENST, Mario et al., 2016).

Em semelhante linha de pesquisa, Eric et al. (2017), buscam em seu artigo abordar desafios que a Indústria 4.0 traz a força de trabalho industrial elencando quatro deles e propondo, por meio da utilização da Realidade Aumentada (AR, sigla em inglês), tecnologia voltada ao usuário, maneiras de superar a lacuna de habilidades necessárias para o trabalhador da Indústria 4.0. Além disto, os autores propõem um roteiro de pesquisas a serem realizadas para contribuir ainda mais com o tema.

Eric et al. (2017) discutem quatro desafios para a força de trabalho na Indústria 4.0, sendo:

1. Complexidade: a força de trabalho precisa entender os processos subjacentes, suas dependências e desenvolver o *know-how* necessário para coletar e utilizar dados e alavancar a digitalização na produção inteligente de produtos inteligentes com tamanhos de lotes flexíveis.
2. Sistemas inteligentes de assistência: padronize, desenvolva e implemente sistemas de assistência inteligente para orientação ao vivo, treinamento por experiência e avaliação de desempenho de observação, siga as mudanças em direção ao setor 4.0 no que diz respeito aos processos com maior grau de digitalização.
3. Prova futura: as tarefas necessárias no contexto da Indústria 4.0 são mais interdisciplinares e combinam, por exemplo, elementos de mecatrônica com design, análise de dados e administração de empresas. O desafio é revisar os perfis de emprego existentes, criar procedimentos de desenvolvimento e avaliação para a força de trabalho existente e prever quais as novas habilidades que precisam ser desenvolvidas além de serem futuras provas.

4. Impacto na vida profissional: o desafio é operacionalizar como abordagens sócio-técnicas podem ser projetadas para permitir o projeto participativo fundamentado de um local de trabalho interdisciplinar, reorganizando a aprendizagem ao longo da vida de forma a impactar positivamente o equilíbrio da vida profissional.

Em conclusão a seu trabalho, Eric et al. (2017), sugerem uma forma de implementar seu roteiro de pesquisa e afirmam que AR na Indústria 4.0 é um tema que vem sendo trabalhado em todo o mundo. Além disto, acreditam que a provisão de tal tecnologia ajudará a melhorar a empregabilidade de forma sustentável, proporcionando acesso a empregos melhor remunerados, bem como terá um efeito positivo no bem-estar, permitindo que pessoas (especialmente jovens e idosos) mantenham seus empregos através de habilidades básicas, enquanto os requisitos de desempenho do trabalho aumentam.

#### **4 METODOLOGIA**

A metodologia para realização deste estudo foi a de levantamento documental e revisão bibliográfica, com fins exploratórios. Segundo Gil (2008, p.27), pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Temas ligados à Indústria 4.0 ainda são assuntos pouco explorados no meio acadêmico fazendo assim com que este artigo se configure como sendo uma pesquisa exploratória e com o objetivo de proporcionar uma visão geral sobre a Indústria 4.0, bem como o seu impacto na vida profissional dos trabalhadores desta indústria.

A principal ferramenta utilizada para o levantamento documental e revisão bibliográfica deste artigo foi o Google Acadêmico ([scholar.google.com.br](https://scholar.google.com.br)) e o site de pesquisa Google ([www.google.com.br](http://www.google.com.br)). Utilizando a expressão genérica “Indústria 4.0”, no Google Acadêmico, observou-se o retorno de 39.500 resultados. Entretanto, ao utilizar a mesma expressão, em inglês, “*Industry 4.0*”, observou-se o retorno de 1.050.000 resultados. Assim, optou-se por explorar artigos e documentos escritos nestes dois idiomas a fim de buscar um levantamento de dados e informações mais

completo. De acordo com Gil (2008, p.77), a leitura exploratória tem por objetivo verificar em que medida a obra consultada interessa à pesquisa. Assim, após a pesquisa com o termo Indústria 4.0 (em português e inglês), realizou-se uma leitura exploratória em busca de artigos e documentos que possuíam informações relevantes a respeito da evolução da indústria até à Indústria 4.0, conceito da Indústria 4.0, suas tecnologias e principalmente seu impacto nas relações de trabalho.

## **5 RESULTADOS**

Como visto ao longo da revisão bibliográfica deste trabalho todas as revoluções industriais trouxeram consigo várias mudanças, dentre estas, culturais e econômicas. O advento da primeira revolução industrial modificou a economia rural e artesanal para uma economia com maior volume de produção. Esta revolução também modificou a forma de organização do trabalho para algo semelhante ao que conhecemos hoje. A segunda revolução industrial, com a forte introdução da eletricidade no meio produtivo, fez com que os investimentos migrassem das áreas têxtil e de ferro para áreas de aço, petróleo, químicas e elétricas. A organização do trabalho também foi modificada e o nascimento dos estudos de administração contribuiu para esta evolução. A terceira revolução industrial, que trouxe ao mundo maior interação entre o conhecimento científico e a produção industrial, permitiu também mudanças significativas no ambiente de trabalho, principalmente com a chegada dos computadores pessoais nos anos 90, com a internet e a globalização.

Esta quarta revolução industrial, ou comumente chamada, Indústria 4.0 vem modificando também a economia, fazendo com que as empresas invistam em novas tecnologias, a fim de se tornarem cada vez mais competitivas com a redução de custos, agregação de valor aos seus produtos e buscando atender de forma mais rápida e eficaz as necessidades de seus clientes. Esta nova revolução também provê uma mudança significativa no ambiente e na vida profissional do trabalhador do setor industrial, uma vez que este profissional terá que lidar com tecnologias e com uma forma de trabalhar diferente da qual conhecia e da qual foi capacitado para lidar.

A primeira mudança com a qual o trabalhador da indústria terá de se adequar é com a ideia de que seu trabalho braçal não será mais tão valorizado quanto

anteriormente, mas sim a aplicação de seu conhecimento no processo produtivo. Ainda assim, as atividades que precisarem de trabalhos manuais não terão uma exigência física tão grande como atualmente, pois robôs auxiliarão os trabalhadores de forma inteligente e colaborativa.

A estrutura organizacional e as funções dos cargos nela inserida também devem ser transformadas à medida que o sistema como um todo se torna cada vez mais integrado, ou seja, as informações sobre o processo produtivo terão maior visibilidade e publicidade fazendo com que o conhecimento sobre a operação como um todo esteja menos fracionado em cada departamento ou equipe. Outro aspecto interessante com relação à organização do trabalho é que não se fará tão necessária a presença física dos gestores dos sistemas CPS na fábrica inteligente, uma vez que este poderá conectar-se de qualquer lugar aos sistemas da empresa a fim de gerir de forma eficaz suas operações. Assim, será cada vez mais comum um mesmo colaborador cuidando de sistemas de produção de mais de uma fábrica que podem estar situadas em qualquer lugar do mundo.

Apesar de toda a tecnologia envolvida nos processos desta nova revolução industrial, a comunicação e as relações sociais deverão continuar sendo fatores importantes aos negócios. Entretanto, tais relações também deverão ganhar muita mobilidade com uso cada vez maior de tecnologias embutidas em dispositivos móveis e com uma velocidade de comunicação e informação muito grande.

Diante deste novo cenário industrial, uma grande questão será a qualificação da força de trabalho do setor. Ao que tudo indica será preciso uma formação de uma nova massa de trabalhadores com uma mentalidade flexível, adaptável e cognoscente. Além disto, no perfil deste novo trabalhador do setor industrial, o uso de novas tecnologias, o conhecimento e habilidade em TI deverá ser algo intrínseco. Assim, os treinamentos e qualificações destes profissionais também serão temas muito discutidos nesta nova revolução industrial.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa busca trazer uma elucidação maior com relação ao tema ligado à Indústria 4.0, pois se pode dizer que ainda é algo em fase de exploração tanto pelo meio acadêmico, quanto pelas indústrias e governos. Não existem ainda indústrias com uma integração tão avançada quanto a sugerida pela Indústria 4.0, mas sim

diversas iniciativas de se chegar ao ponto imaginável por esta nova revolução industrial. Diversos governos vêm estabelecendo planos a fim de incentivar cada vez mais esta busca, pois acreditam e apoiam esta nova forma de produção e os benefícios que ela trará para a sociedade como um todo.

Entretanto, diversas lacunas e questões permanecem abertas com relação a vários temas ligados à Indústria 4.0, tais como:

1. Qual será o perfil do profissional da Indústria 4.0?
2. Quais serão as competências e habilidades do profissional da Indústria 4.0?
3. Como as faculdades e universidades irão preparar os futuros profissionais do setor industrial?
4. Como a legislação e a Indústria 4.0 irão adaptar-se uma à outra?
5. Como a Indústria 4.0 impactará outros setores da economia?
6. Como a Indústria 4.0 impactará o comportamento do consumidor?

Estas e outras questões que irão surgir fazem com que a gama de pesquisas futuras que possam surgir relativos a esta nova revolução industrial seja de uma proporção realmente vasta.

Portanto, esta pesquisa tornasse também uma iniciativa de incitar a pesquisa a respeito de temas relacionados a fim de que possamos cada vez mais agregar e disseminar conhecimento tanto no meio acadêmico quanto no meio produtivo com relação à Indústria 4.0.

## 7 REFERÊNCIAS

BARTODZIEJ, Christoph Jan. **The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics**. Springer, 2016.

BRETTEL, Malte et al. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective. **International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

**Challenges for industry 4.0 in Brazil** / National Confederation of Industry. – Brasília: CNI, 2016.

DECKER, Josef. Business 4.0 and Generation Y/Z: Challenges and Opportunities for Human Resources Management. **Theory and Applications in the Knowledge Economy**, p. 770, 2016.



GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GLAS, Andreas H.; KLEEMANN, Florian C. The impact of industry 4.0 on procurement and supply management: A conceptual and qualitative analysis. **International Journal of Business and Management Invention**, v. 5, n. 6, p. 55-66, 2016.

GOECKY, Dominic et al. Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. In: **Industrial Informatics (INDIN), 2014 12th IEEE International Conference on**. IEEE, 2014. p. 289-294.

HAN, Aimin Deng Yahui. Industry 4.0 and Supply Chain Management: The Future of Chinese Manufacturing. **World Journal of Innovative Research (WJIR)**, v.2, p. 05-08, Jan. 2017.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

JASCHKE, Steffen. Mobile learning applications for technical vocational and engineering education: The use of competence snippets in laboratory courses and industry 4.0. In: **Interactive Collaborative Learning (ICL), 2014 International Conference on**. IEEE, 2014. p. 605-608.

JAZDI, Nasser. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In: **Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on**. IEEE, 2014. p. 1-4.

KAGERMANN, Henning et al. **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**. Forschungsunion, 2013.

KLEINDIENST, Mario et al. What Workers in Industry 4.0 Need and What ICT Can Give—An Analysis. In: **Human Computer Interaction Perspectives on Industry 4.0, 2016 16th International Conference on**. Graz, Austria.

LASI, Heiner et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LEE, Jay; KAO, Hung-An; YANG, Shanhu. Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. **Procedia Cirp**, v. 16, p. 3-8, 2014.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

NELLES, Jochen et al. Human-centered design of assistance systems for production planning and control: The role of the human in Industry 4.0. In: **Industrial Technology (ICIT), 2016 IEEE International Conference on**. IEEE, 2016. p. 2099-2104.

RAS, Eric et al. Bridging the Skills Gap of Workers in Industry 4.0 by Human Performance Augmentation Tools: Challenges and Roadmap. In: **Proceedings of**

**the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments.** ACM, 2017. p. 428-432.

RICHERT, Anja et al. Educating engineers for industry 4.0: Virtual worlds and human-robot-teams: Empirical studies towards a new educational age. In: **Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, 2016 IEEE. IEEE, 2016. p. 142-149.

SACKEY, Samuel Mensah; BESTER, Andre. Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, n. 4, p. 101-114, 2016.

SCHLÖTZER, Fabian. **Industry 4.0: The World of Smart Factories.** 2015. Tese de Doutorado. Copenhagen Business School.

SCHRAUF, Stefan.; BERTTRAM Philipp. **Industry 4.0 - How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused.** Strategy& – PwC, 2016.

SHAMIM, Saqib et al. Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective. In: **Evolutionary Computation (CEC), 2016 IEEE Congress on.** IEEE, 2016. p. 5309-5316.

**Sondagem Especial Indústria 4.0.** Indicadores CNI, ISSN 2317-7330, Ano 17, Número 2, Abril, 2016.

**The new High-Tech Strategy Innovations for Germany** / Federal Ministry of Education and Research (BMBF) – Berlin, 2014. [www.hightech-strategie.de](http://www.hightech-strategie.de)

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 1997.

WAN, Jiafu; CAI, Hu; ZHOU, Keliang. Industrie 4.0: enabling technologies. In: **Intelligent Computing and Internet of Things (ICIT), 2014 International Conference on.** IEEE, 2015. p. 135-140.