

A indústria 4.0: uma revisão sobre os impactos e as modificações na dinâmica de trabalho do modelo atual

Verônica Venturi Kusma^[1], Daiane Maria De Genaro Chirolí ^[2]

[1]veronica.venturini@hotmail.com. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ponta Grossa/Departamento Acadêmico de Engenharia Química. [2]daianechirolí@utfpr.edu.br. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Apucarana/Departamento Acadêmico de Engenharia Têxtil

RESUMO

Pretende-se com este artigo discutir e apresentar definições, benefícios e modificações de cargos provenientes da era da quarta revolução industrial, denominada como indústria 4.0. O conceito da indústria 4.0 está baseado na integração de diversas tecnologias inovadoras revolucionando a forma com que os processos são realizados nas organizações. Como em revoluções industriais ocorridas no decorrer da história, a indústria 4.0 tem provocado impactos e modificações no modelo atual de produção e na dinâmica do trabalho, assim como provocará adaptações nos sistemas trabalhistas. Com o desenvolvimento da quarta revolução industrial, temos uma nova realidade produtiva, onde tudo dentro de uma indústria estará conectado para realizar a melhor tomada de decisão com relação à produção, ao custo e à segurança. Todavia, esta transição do modelo atual de trabalho, em decorrência da era da indústria 4.0, exigirá um grande aprendizado e uma rápida capacitação por parte do trabalhador. Diferentes tipos de empregos serão impactados de maneira específica a sua natureza, sendo que estes impactos dependem de categorias e do setor industrial em si. É imprescindível a realização de uma avaliação sobre os impactos que a indústria 4.0 proporcionará na dinâmica de trabalho.

Palavras chave: Indústria 4.0. Dinâmica de trabalho. Tecnologia. Postos de trabalho.

ABSTRACT

The aim of this paper is to discuss and present definitions, benefits and changes of positions, which are related to the fourth industrial revolution era, 4.0 industry. The industry 4.0 concept is based on the integration of several innovative technologies which have been revolutionizing the way processes are performed in organizations. As in the industrial revolutions that occurred throughout history, 4.0 industry has caused impacts and changes in the current production model and work dynamics, as well as adaptations in labor systems. With the development of the fourth industrial revolution we have a new productive reality where everything within an industry will be connected to make the best decision regarding production, cost and safety. However, this transition from the current working model will require a great deal of learning and rapid worker training. Different types of jobs will be specifically impacted because of their nature, and these impacts depend on categories and the industrial sector itself. It is essential that we make an evaluation of the impacts that the 4.0 industry will have on work dynamics.

Keywords: 4.0 Industry. Work dynamics. Technology. Workstations.

1 Introdução

A terminologia Indústria 4.0 foi abordada na Alemanha no ano de 2011 (DRATH; HORCH, 2014) e denominada como quarta revolução industrial. O conceito desta revolução está baseado na integração de tecnologias inovadoras e pessoas (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; HADDARA; ELRAGAL, 2015), como objetivo de transformar o sistema industrial em um sistema inteligente (JUNG *et al.*, 2015). Esta transformação das indústrias possui consequências, as quais poucos estudos abordam.

Uma consequência da Indústria 4.0 é que a dinâmica do trabalho vem sendo alterada (WITTENBERG, 2016) por meio da substituição de atividades, antes realizadas pelo homem, por máquinas e robôs, que executam estas mesmas atividades de forma eficiente e sem problemas com relação à repetitividade da atividade.

A formação de uma nova dinâmica do trabalho implica em mudanças nas profissões atualmente conhecidas, simultaneamente com alterações na forma que a segurança do trabalho é vista. No entanto, as modificações impostas pela Indústria 4.0 proporcionam diversos benefícios. Pretende-se, com este artigo, responder ao seguinte questionamento: quais os impactos e as modificações que estão ocorrendo na dinâmica de trabalho do modelo atual, em virtude da Indústria 4.0?

O trabalho visa, assim, discutir e apresentar definições, benefícios e modificações de cargos provenientes da era da quarta revolução industrial, denominada como Indústria 4.0. Justifica-se esta pesquisa expondo a necessidade de estudo da área de interação entre a nova dinâmica de trabalho proveniente da Indústria 4.0. Ressaltando-se que é de extrema importância compreender as alterações do modo de trabalho, os impactos ocasionados pelo uso da tecnologia e as transformações dos tipos de trabalho para que as empresas criem estratégias e haja políticas públicas voltadas ao incentivo de novas profissões.

2 Referencial teórico

A primeira revolução industrial aconteceu entre os anos de 1760 a 1840 (SCHWAB, 2016). Esta revolução ficou caracterizada por duas importantes invenções, que provocaram alterações no setor produtivo e de transporte da época: a descoberta do carvão como fonte de energia e o desenvolvimento de máquinas a vapor juntamente com as linhas férreas. A utilização de máquinas nas indústrias proporcionou uma produtividade dinâmica, consequentemente a indústria

tornou-se uma alternativa de trabalho para a população, que passou a deixar o campo em direção às cidades em busca de empregos nas fábricas (VIAN, 2015).

A segunda revolução industrial ocorreu no final do século XIX, tendo como precursor Henry Ford, que desenvolveu uma linha de produção em massa (MATA *et al.*, 2018). Esta revolução teve como principais inovações a eletricidade, a fabricação do aço, as lâmpadas incandescentes, os combustíveis derivados de petróleo, a linha de montagem, o motor a explosão da locomotiva a vapor e o desenvolvimento de produtos químicos (NOBREGA, 2018).

A terceira revolução industrial, ou também denominada de revolução informacional, iniciou-se em meados do século XX. Corresponde ao processo de inovações no campo da informática e suas aplicações nos campos da produção e do consumo. As grandes realizações desse período são: o desenvolvimento da chamada química fina, a biotecnologia, a escalada espacial, a robótica, a genética, entre outros importantes avanços. Essa revolução industrial tem como principal característica o uso de tecnologias avançadas no sistema de produção industrial (BRITO, 2017).

A quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, foi lançada pela primeira vez em 2011, na Alemanha, por meio da feira de Hannover. Esta teve como proposta a elaboração de uma nova tendência industrial baseada em tecnologia de ponta (MATA *et al.*, 2018). A quarta revolução industrial está direcionada para os sistemas “de Produção Ciber-Físicos”, nos quais sensores dizem para as máquinas como elas devem ser processadas e os processos devem governar a si mesmos num sistema modular descentralizado, com coleta de dados e informações em tempo real (HARRISON; VERA; AHMAD, 2016). A Figura 1 ilustra a história e as etapas das revoluções industriais.

Figura 1 – Evolução das Revoluções Industriais

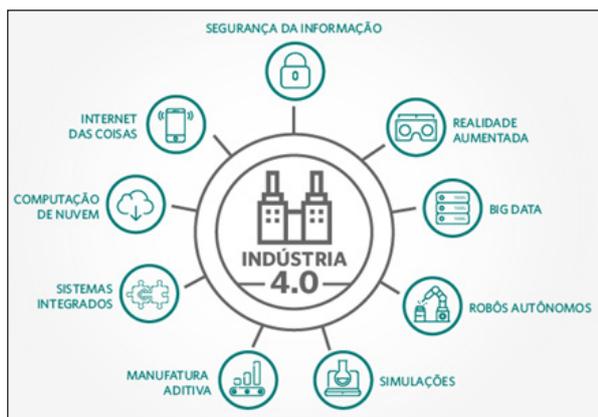
| | | |
|-------------------------------|--|--|
| PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL |  | Aconteceu no século 18 com a produção mecanizada e o uso de energia de máquinas a vapor. |
| SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL |  | Vio no final do século 19, graças ao desenvolvimento da energia elétrica e da produção em massa. 1913 Henry Ford concebe sua primeira linha de montagem. |
| TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL |  | Ocorreu em 1969, com a crescente utilização de tecnologia da informação e de eletrônicos. 1970/1980 Toyotismo. |
| QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL |  | Está baseada no uso de sistemas físico-cibernéticos, caracterizado pela integração e o controle remotos da produção, a partir de sensores e equipamentos conectados em rede. |

Fonte: Adaptado Mata *et al.* (2018, p.18).

Como se observa, na primeira revolução estava em destaque a produção mecanizada e o uso de energia de máquinas a vapor. Já na segunda revolução houve o desenvolvimento da energia elétrica. Na terceira revolução houve uma crescente utilização da tecnologia da informação e de eletrônicos, o que desencadeou a quarta revolução, com o uso de sistemas físico-cibernéticos por meio de sensores e equipamentos conectados em rede (SCHWAB, 2016).

O conceito da Indústria 4.0 está baseado na ideia da indústria integrando diversas tecnologias inovadoras (HOFMANN; RÜSCH, 2017). A Indústria 4.0 tem como objetivo transformar o sistema industrial em um sistema inteligente utilizando, para isto, os nove pilares da Indústria 4.0, sendo eles: *Big Data*, Robôs Autônomos, Simulação, Integração Vertical e Horizontal, Internet das Coisas (IoT), Segurança Cibernética, Nuvem, Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada (CNI, 2017; RÜßMANN *et al.*, 2015). Os nove pilares da quarta revolução industrial encontram-se ilustrados na Figura 2.

Figura 2 – Os nove pilares da Revolução 4.0



Fonte: Adaptado de Rüßmann *et al.* (2015).

Big Date é a capacidade de armazenamento e tratamento de um grande volume de informações que otimiza o design, a produção e os ciclos de produtos, sendo que simultaneamente minimiza o uso de recursos (RÜßMANN *et al.*, 2015). O *Big Date* viabiliza a troca de informações de forma mais rápida, fornecendo informações de linhas de produção, prevenindo e identificando falhas no processo (MATA *et al.*, 2018).

Robôs Autônomos ou **Robótica avançada** tem tido sua aplicação expandida, tendo em vista que a utilização de robôs reduz custos de trabalho, e estes podem executar atividades repetitivas, podendo diminuir a incidência de problemas e acidentes

associados à permanência de seres humanos em ambientes inóspitos ou insalubres (RÜßMANN *et al.*, 2015). Além do cumprimento das tarefas atuais, futuramente serão capazes de interagir com outras máquinas e com os humanos, tornando-se mais flexíveis e cooperativos (CNI, 2017; FREITAS, 2017).

Simulação permite analisar cenários a partir de modelos físicos, matemáticos ou outros para a modelagem de variáveis, critérios e objetos, visando prever o comportamento do sistema real (RODIČ, 2017; WANG *et al.*, 2016).

Integração Vertical e Horizontal compreendem a forma de atuação interna e externa. A integração horizontal acontece entre empresas, resultando tanto em competição como cooperação (WANG *et al.*, 2016). Já a integração vertical ocorre entre setores físicos e funcionais da própria empresa (WANG *et al.*, 2016).

Internet das coisas (IoT): este termo considera que o ambiente da Indústria 4.0 tem quatro aspectos: a internet das coisas, a internet de dados, a internet de serviços e a internet de pessoas. É a rede utilizada para se comunicar, sentir e interagir com ambientes internos e externos. (MATA *et al.*, 2018). Para Zhou, Liu e Zhou (2015), a integração da Internet das Coisas com a Indústria 4.0 é indispensável.

Segurança Cibernética conduz a confiabilidade, integridade e disponibilidade de dados e informações em tempo real (LEE, 2015).

Nuvem consiste em máquinas acopladas a serviços de software capazes de entregar ampla gama de serviços de maneira confiável e segura para múltiplos dispositivos, garantindo a computação móvel (FORESIGHT, 2013). O uso da nuvem possibilitou, deste modo, mais serviços fundamentados em dados aplicados nos sistemas de produção (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Manufatura aditiva ou **Impressão 3D** é o nome dado ao processo de criação de um objeto em três dimensões a partir de um modelo digital. A impressão é realizada por um processo aditivo, cujas camadas de material são adicionadas sucessivamente de modo a compor objetos em formatos variados (AZEVEDO, 2013).

Realidade aumentada é a utilização de realidade virtual com dados de um cenário físico, com o intuito de maximizar as características e especificações físicas de componentes e peças (WEHLE, 2016).

Além desses nove pilares, o uso de Novos Materiais e Inteligência Artificial são também elementos integrados e de grande importância para implementação da Indústria 4.0 (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Novos materiais são materiais que possuem propriedades que podem ser alteradas por meio de estímulos como: campo magnético, umidade, tensão e temperatura. Esses materiais proporcionam desenvolvimento de produtos e processos inovadores, tendo em vista que descartam o uso de sensores, reagindo em tempo real às condições do ambiente (CNI, 2017).

E, por fim, a **Inteligência artificial** é utilizada para estudar e explicar os processos mentais humanos responsáveis pelo comportamento inteligente. O estudo desses processos é feito com o auxílio de técnicas computacionais que permitem a construção de modelos, na forma de programas, para a simulação de segmentos do comportamento humano (TEIXEIRA, 2019).

Com a implementação da Indústria 4.0, ocorreram modificações na forma de trabalho, é o que apresenta o estudo realizado pela World Economic Forum (WEF, 2016), no qual são destacados a alteração no cenário empregatício, proveniente da demanda de flexibilidade e de novos formatos de trabalho; o aumento da classe média em mercados emergentes; os aspectos ambientais, impulsionando modelos de negócio a se tornarem sustentáveis; e a crescente volatilidade política, alterando a dinâmica da economia global (WEF, 2016).

No entanto, as modificações impostas pela Indústria 4.0 proporcionam diversos benefícios, entre estes se destacam (CNI, 2016):

Maior eficiência: proporciona um aumento de produtividade, reduzindo simultaneamente custos operacionais e otimizando processos de automação e eficiência energética;

Melhor gestão: torna o processo de tomada de decisão e controle mais eficientes;

Menor *Time to Market*: este é o tempo de desenvolvimento do produto até o seu lançamento;

Melhores produtos: aumenta sua qualidade e permite uma maior customização;

Maior segurança para os trabalhadores.

Como observado, a combinação das diversas tecnologias permite um novo nível de competitividade para as organizações, pois, como consequência, as atividades podem ser executadas com maior produtividade, economia de tempo, redução de custos, eficiência, melhor controle de qualidade, garantindo, assim, maior segurança no trabalho e para o trabalhador (BAUR; WEE, 2015; RÜßMAN *et*

al., 2015). Assim, tem-se observado que a Indústria 4.0 tem provocado alterações no atual cenário de trabalho. Estas mudanças serão tanto do ponto de vista tecnológico como, também, em relação aos sistemas socioeconômicos e demográficos, os quais serão descritos posteriormente.

3 Método da pesquisa

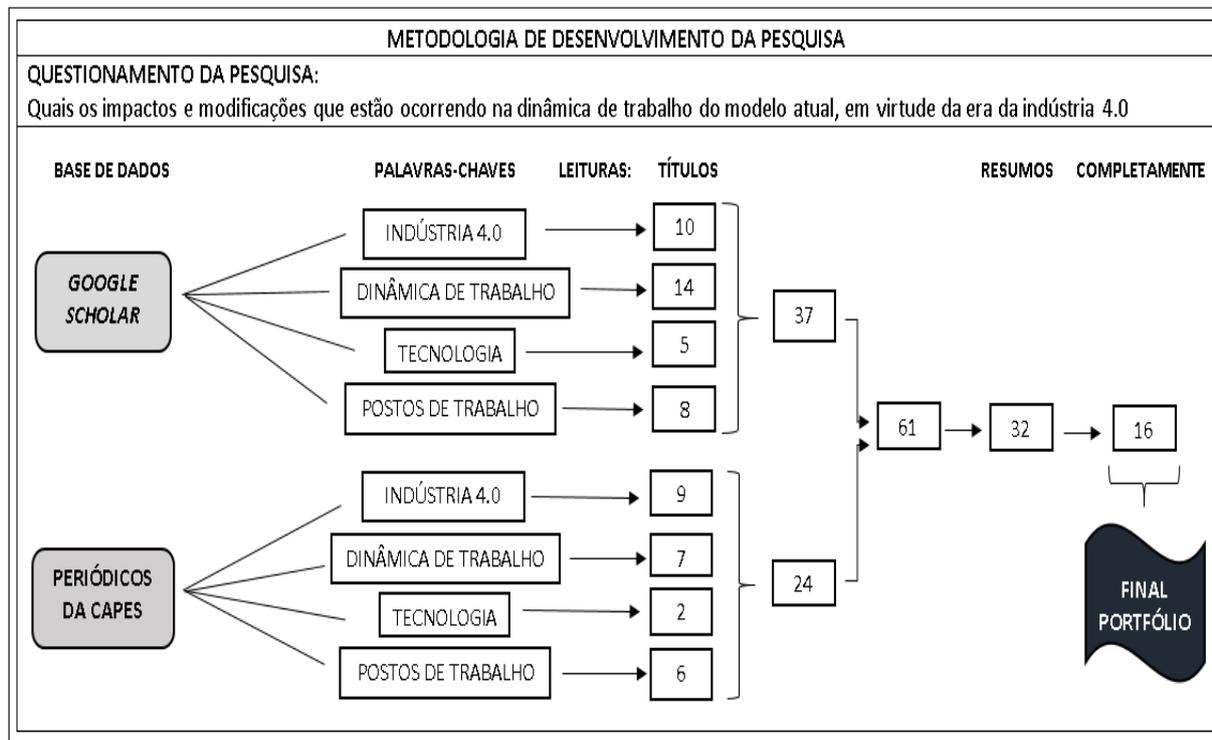
O objetivo deste tópico é apresentar o procedimento metodológico utilizado para delinear e executar a pesquisa, com o intuito de atingir os objetivos e resultados finais. Esta pesquisa é definida como um estudo teórico, que se caracteriza por uma revisão de literatura.

Do ponto de vista da sua natureza, esta pesquisa é classificada como básica, pois tem como objetivo gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência.

Do ponto de vista de objetivos, esta pesquisa é caracterizada como exploratória e descritiva. É exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema; e descritiva, pois tem como objetivo trabalhar com dados relativos à atualidade, observando uma determinada realidade para explicar um determinado objetivo, relacionado com a problemática da pesquisa. As etapas do processo de revisão de literatura utilizadas para o desenvolvimento desta pesquisa encontram-se esquematizadas na Figura 3.

Inicialmente, foram definidos os termos da pesquisa. Para isto, as seguintes palavras-chaves foram delimitadas: indústria 4.0, dinâmica de trabalho, tecnologia e postos de trabalho. Posteriormente, foram utilizadas as bases de dados *Google Scholar* e Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Estas bases de dados possuem como finalidade proporcionar a identificação de trabalhos que abordem a temática proposta do presente artigo e, simultaneamente, permitam responder ao questionamento da pesquisa, que é: quais os impactos e as modificações que estão ocorrendo na dinâmica de trabalho do modelo atual, em virtude da era da indústria 4.0? Fez-se a leitura de títulos e resumos, e os trabalhos que contemplaram as respostas aos questionamentos foram lidos por completo, totalizando 16 trabalhos no portfólio.

Figura 3 – Metodologia de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

4 Resultados da pesquisa

Como nas revoluções industriais ocorridas ao decorrer da história, a Indústria 4.0 tem provocado impactos e modificações no modelo atual de produção e na dinâmica do trabalho, assim como provocará adaptações nos sistemas trabalhistas (CNI, 2017; WITTENBERG, 2016).

Dentre estas alterações, destaca-se o surgimento de novos postos de trabalho. Tais postos exigirão habilidades denominadas STEM (do inglês *Science, Technology, Engineering and Math*), que são um conjunto de habilidades comportamentais, relacionadas à comunicação, criatividade e negociação, e à capacidade técnica no campo de ciências, tecnologias, engenharia e matemática. Este conjunto de habilidades deverá representar as de maior relevância almejadas pelos empregadores em 2022, segundo dados dos Estados Unidos (CNI, 2017).

Esta transição do modelo atual de trabalho em decorrência da era da Indústria 4.0 irá exigir um grande aprendizado e uma rápida capacitação por parte do trabalhador (TESSARINI; SALTORATO, 2018).

Diferentes tipos de empregos serão impactados de maneira específica à sua natureza, sendo que estes impactos dependem de categorias e do setor industrial em si. Podemos buscar exemplos, no passado, de profissões que sofreram impactos significativos em decorrência de revoluções industriais e da era tecnológica, como as atividades relacionadas à datilografia e ao conserto de máquinas de escrever, atividades estas que foram praticamente extintas. Os postos de trabalho que sofrerão menor impacto são aqueles que demandarão atividades de (FREY; OSBORNE, 2013):

- a) Manipulação e percepção: em robôs ainda é difícil reproduzir a percepção humana com qualidade, todavia é só questão de tempo para isto ser efetivado com sucesso;
- b) Atividades criativas: a habilidade de criar inovação por meio de inteligência artificial é difícil de ser reproduzida;
- c) Inteligência social: habilidades como de negociação e persuasão já foram desenvolvidas

e aplicadas por algoritmos, todavia os resultados foram insatisfatórios tendo em vista a complexidade do reconhecimento de emoções.

Segundo dados divulgados pelo McKinsey Global Institute por Manyika (2017), são estimados que 49% das atividades que as pessoas são pagas para realizar têm potencial de serem automatizadas por meio de adaptações tecnológicas; sendo que apenas 5% das profissões podem ser completamente automatizadas e cerca de 60% delas possuem ao menos 30% de suas atividades com potencial de automatização. A pesquisa também alerta que quase um quinto do tempo gasto nos locais de trabalho nos EUA envolve atividade física previsível e são predominantes em setores como manufatura e comércio varejista. Assim, esses setores têm um potencial técnico relativamente alto para automação usando a tecnologia atual.

No estudo realizado pela Roland Berger (2016), foram constatadas as alavancas da Indústria 4.0 que impactam os postos de trabalho na Europa. As alavancas consideradas no estudo são:

- a) Aumento da produtividade proveniente da adoção de tecnologias da Indústria 4.0;
- b) Desindustrialização de alguns setores na Europa devido à perda de competitividade para outras regiões.

O estudo apresentou um efeito líquido positivo no cenário empregatício europeu até 2035. Foi constatado também que a criação de novos postos de trabalho será movida pelas oportunidades de reinvestimentos em novos projetos e criação de empregos (ROLAND BERGER, 2016).

Em análise realizada na Alemanha, foi constatada que a digitalização tem um poder positivo na criação de postos de trabalho no país. Cerca de 260 mil postos de trabalho podem ser criados até 2030, em contrapartida é esperado uma redução de 23 mil postos de trabalho devido à digitalização acelerada (CNI, 2017).

Um estudo realizado pela World Economic Forum (WEF, 2016) conclui que, para o Brasil, até 2020, diferentes profissões apresentaram diferentes perspectivas. Esta pesquisa considera direcionadores tecnológicos provenientes da Indústria 4.0 e direcionadores demográficos e socioeconômicos, conforme Quadro 1.

É notável que as habilidades STEM apresentam uma tendência positiva, enquanto que as áreas de administração, manutenção e negócios jurídicos e

financeiros, por exemplo, apresentam tendências negativas. Os setores de produção, manufatura, transporte e logística apresentam características neutras sendo que estas podem ser justificadas pelo atraso tecnológico do Brasil em relação aos países precursores da Indústria 4.0.

Quadro 1 – Perspectiva do cenário esperado em algumas profissões Brasileiras até 2020

| PROFISSÕES | TENDÊNCIA |
|-------------------------------------|-----------|
| Administrativo e escritório | Negativa |
| Computacional, matemática e ciência | Positiva |
| Instalação e Manutenção | Negativa |
| Negócio, jurídico, financeiro | Negativa |
| Construção e extração | Negativa |
| Produção e Manufatura | Neutra |
| Educação | Positiva |
| Transporte e Logística | Neutra |
| Engenharia e arquitetura | Positiva |
| Vendas e comercial | Positiva |

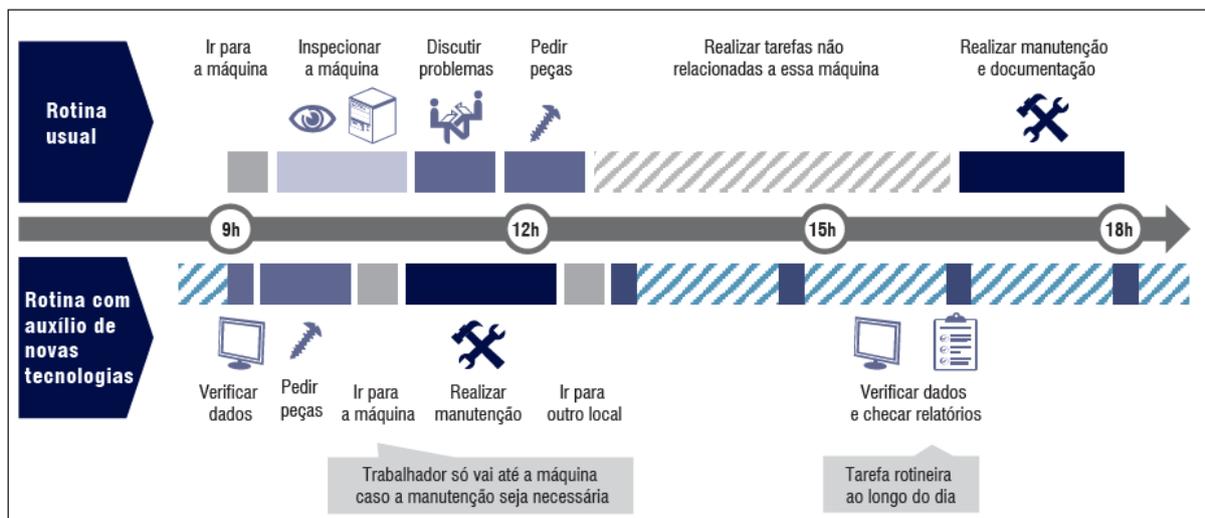
Fonte: Adaptado de CNI (2017, p.25).

Com o desenvolvimento da Indústria 4.0, temos uma nova realidade produtiva, em que tudo dentro de uma indústria estará conectado para realizar a melhor tomada de decisão com relação à produção, ao custo e à segurança (TESSARINI; SALTORATO, 2018). A Figura 4 ilustra algumas alterações com relação à rotina de trabalho proveniente dessa nova realidade produtiva.

Nota-se, por meio da Figura 4, que um processo de manutenção em uma rotina usual levaria aproximadamente 18h para ser realizado, enquanto uma rotina, com auxílio de novas tecnologias, reduziria o tempo de execução para 12h, sobrando tempo para o trabalhador realizar outras tarefas rotineiras ao decorrer do dia.

Assim, enfatiza-se que a forma de trabalho da mão de obra atualmente será extremamente impactada no futuro. Os postos de trabalho com funções que exigem atividades braçais e repetitivas sofrerão uma alta redução, atingindo fortemente o setor de mão de obra. O chamado popularmente de “chão de fábrica” vai passar por mudanças, cujos colaboradores terão um papel mais técnico e estratégico, cuja atividade exercida tende a ficar muito mais flexível e as pessoas terão de lidar com máquinas e, ao mesmo tempo, com sistemas inteligentes (LORENZ *et al.*, 2015).

Figura 4 – Alteração na rotina de trabalho com o auxílio de novas tecnologias



Fonte: CNI (2017, p.31).

Essa nova revolução industrial tem proporcionado muitos desempregos em diferentes áreas de atuação. Empresas de diversos portes têm diminuído suas equipes e recorrendo a tecnologias para a execução de funções que antes eram feitas por pessoas. (MATA *et al.*, 2018). Lorenz *et al.* (2015) destaca que as empresas precisarão reciclar seus funcionários e adotar novos modelos de trabalho e organização para se manterem competitivas no mercado. Tendo em vista esse quadro demissional à volta desses indivíduos ao mercado de trabalho se torna um desafio, que exige que os trabalhadores se adéquem às novas demandas técnicas, adquirindo conhecimento de outras áreas por meio de qualificações, cursos e treinamentos.

Os principais pontos que impactam a dinâmica do trabalho e seus respectivos elementos provenientes das tecnologias advindas da Indústria 4.0, segundo a CNI (2017), são destacados no Quadro 2.

Nota-se, a partir do Quadro 2, que a robótica avançada entre os principais elementos e se destaca, não estando presente apenas para plataformas. O impacto de capacitação é o mais atingido na dinâmica do trabalho, sendo influenciado pelas seguintes características da indústria 4.0: robótica avançada, inteligência artificial, novos materiais e *big data*.

O deslocamento da mão de obra provoca simultaneamente redução e aumento de postos de trabalho em setores e funções específicos, havendo também flexibilidade dos regimes em relação à jornada de trabalho como também à localização. A segurança

do trabalho melhora as condições de execução das atividades por meio da utilização de robôs que executam atividades de maior risco e repetitividade (CNI, 2017).

Quadro 2 – Impactos esperados pelas tecnologias na Indústria 4.0

| Impactos na Dinâmica de Trabalho | Principais Elementos da Indústria 4.0 |
|----------------------------------|---|
| Deslocamento da mão de obra | <ul style="list-style-type: none"> Robótica Avançada Impressão 3D |
| Flexibilização | <ul style="list-style-type: none"> Robótica Avançada Computação em Nuvem Internet das Coisas |
| Capacitação | <ul style="list-style-type: none"> Robótica Avançada Inteligência Artificial Novos Materiais Big Data |
| Segurança no Trabalho | <ul style="list-style-type: none"> Robótica Avançada Inteligência Artificial |
| Plataformas | <ul style="list-style-type: none"> Computação em nuvem Internet das Coisas |

Fonte: CNI (2017, p.28).

Um estudo realizado por Tessarini e Saltorato (2018) destaca alguns impactos da Indústria 4.0 na organização do trabalho, onde é possível identificar algumas transformações geradas pela tecnologia no ambiente de produção e como elas afetarão a redução e criação de empregos em determinadas áreas de atuação conforme o Quadro 3.

É perceptível, por meio do Quadro 3, que ao mesmo tempo em que muitas profissões estão sendo substituídas, novas funções estão surgindo, tendo em vista a necessidade de mão de obra nas áreas de tecnologia da informação, mecatrônicas com habilidades em software, programação e inteligência artificial. A tendência de surgir novas especializações também é válida para garantir novas interfaces e interligar a relação entre os seres humanos e as máquinas. (MATA *et al.*, 2018).

Quadro 3 – Transformações *versus* empregos

| Transformação | Redução de empregos | Criação de empregos |
|---|---|--|
| Utilização do Big Data no controle de qualidade. | Especialistas em controle de qualidade. | Analistas de dados industriais. |
| Utilização de robôs, veículos, autônomos e impressoras 3D nas linhas de produção. | Operadores de produção, montagem e embalagem Pessoal de logística. | Coordenadores de robôs Engenheiros e especialistas em pesquisa. |
| Redes de suprimentos e linhas de produção autônomas e inteligentes. | Especialistas em planejamento de produção. | Especialistas em modelagem e interpretação de dados. |
| Manutenção preditiva automatizada. | Técnicos de manutenção tradicionais. | Analistas de dados, sistemas e TI. |

Fonte: Tessarini; Saltorato (2018, p.759).

O termo “infoproletários” vem ganhando espaço de discussão na dinâmica do trabalho. Eles são os operários do novo mundo do trabalho digital: motoristas de aplicativo, operadores de telemarketing, técnicos da indústria de software, vendedores de comércio digital, bancários e dezenas de outras ocupações. São os trabalhadores que, independente da função que exerçam, exigem, para a execução de seu trabalho, a presença de uma máquina, um computador ou um celular. As atividades executadas por um infoproletário possuem características bem definidas: intensidade no trabalho, pouca criatividade, pouca capacidade de controle e nenhuma estabilidade profissional (ANTUNES; BRAGA, 2009).

5 Conclusão/Considerações

Por meio deste estudo é evidenciado que a Indústria 4.0 vem provocando alterações nos postos de trabalho, tanto em suas funções, como na dinâmica atualmente estruturada.

O questionamento do presente artigo referente aos impactos e às modificações que estão ocorrendo na dinâmica de trabalho do modelo atual, em virtude da Indústria 4.0, foi respondido. Estão ocorrendo impactos relacionados ao deslocamento da mão de obra, flexibilização, capacitação, segurança do trabalho e aumento do número de plataformas, sendo que cargos sofrem tendências negativas e positivas conforme foi discutido.

É imprescindível a intensificação desta área de estudo e as consequências que esta provocará para a saúde, tanto física quanto psicológica, dos trabalhadores. Simultaneamente a estes estudos, é necessária a existência de iniciativas e políticas públicas para auxiliar nas especializações dos trabalhadores para estes novos postos de trabalho, tendo em vista que estas alterações profissionais exigirão, por parte do trabalhador, um grande aprendizado e uma rápida capacitação.

Os novos postos de trabalho estão exigindo, e passarão a exigir cada vez mais, habilidades denominadas como STEM, sendo estas relacionadas à comunicação, criatividade e negociação, e à capacidade técnica no campo de ciências, tecnologias, engenharia e matemática, estas habilidades apresentam tendência positiva. Por outro lado, áreas administrativas, de manutenção, negócios jurídico e financeiro apresentam tendência negativa.

A quarta revolução industrial vem provocando diversos benefícios ao ambiente industrial: melhora a eficiência de processos, proporciona uma melhor gestão, menor *Time to Market*, melhores produtos e maior segurança física para os trabalhadores. Os principais pontos que impactam a dinâmica do trabalho provenientes das tecnologias advindas da Indústria 4.0 são: o deslocamento de mão de obra entre setores e funções específicas, flexibilização do regime de trabalho, alterações nos requisitos de capacitação, melhora na segurança do trabalho e disseminação de novas plataformas de relacionamento entre trabalhador e empregador.

Com o desenvolvimento da Indústria 4.0, temos uma nova realidade produtiva, em que tudo dentro de uma indústria estará conectado para realizar a melhor tomada de decisão com relação à produção, ao custo e à segurança. A quarta revolução Industrial está direcionada para os sistemas “de Produção Ciber-Físicos”, nos quais sensores dizem para as máquinas como elas devem ser processadas e os processos devem governar a si mesmos num sistema modular descentralizado.

Como propostas de trabalhos futuros, sugerem-se estudos sobre os riscos para saúde e segurança do trabalhador com tecnologias; sendo levado em consideração cargos e atividades específicas, questões psicológicas e produtividade do trabalhador; como motivar o trabalhador com as mudanças no mercado de trabalho; atualizações realizadas em empresas de países em desenvolvimento para preparar o trabalhador para a Indústria 4.0; e a realização de um estudo profundo sobre as modificações previstas e necessárias vinculadas às leis trabalhistas vigentes.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Ricardo; BRAGA, Ruy (org.). **Infoproletários**: degradação real do trabalho virtual. São Paulo: Boitempo, 2009.
- AZEVEDO, F. M. **Estudo e projeto de melhoria em máquina de impressão 3D**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- BAUR, Cornelius; WEE, Dominik. **Manufacturing’s next act**. *McKinsey Quarterly*, June, 2015. Disponível em: https://www.timereaction.com/papers/manufacturing_next_act.pdf. Acesso em: 15 mai. 2019.
- BERGER, R. **The Industrie 4.0 transition quantified**: How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model. 2016. Disponível em: <https://www.rolandberger.com/en/Publications/The-Industrie-4.0-transition-quantified.html?country=FR>. Acesso em 15 mai. 2019.
- BRITO, Alexandra Antonia Freitas de. A Quarta Revolução Industrial e as Perspectivas para o Brasil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s.l.], v. 2, n. 7, p. 91-96, out. 2017. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/quarta-revolucao-industrial#_ftn1. Acesso em: 12 set. 2019.
- CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Confederação Nacional da Indústria. Brasília: CNI, 2016. 34 p.
- CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0**. Confederação Nacional da Indústria. Brasília: CNI, 2017. 71 p.
- DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? *IEEE industrial electronics magazine*, p. 56-58, 2014.
- FORESIGHT. The Future of Manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK. Summary Report. **The Government Office for Science**, London, 2013. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2016/06/21/11146/Aquartarevoluindustrialosetortxtiledeconfeco.pdf?r=0.708670839781. Acesso em: 15 mai. 2019.
- FREITAS, A. A. **A internet das coisas e seus efeitos na indústria 4.0**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Computação) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.
- FREY, C. B., OSBORNE, M. A. **The Future Of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?** Oxford Martin School, 2013. Disponível em: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Acesso em: 13 mai. 2019.
- 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**, p. 117-133, 2015.
- HADDARA, M.; ELRAGAL, A. The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. **Procedia Computer Science**, v. 64, p. 721-728, 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.598>
- HARRISON, R.; VERA, D.; AHMAD, B. Engineering Methods and Tools for Cyber-Physical Automation Systems. **Proceedings of the IEEE**, v. 104, n. 5, p. 973-985, 2016. DOI: 10.1109/JPROC.2015.2510665
- HOFMANN, Erik; RÜSCH, Marco. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- JUNG, K.; MORRIS, K.; LYONS, K.; LEONG, S.; CHO, H. Using formal methods to scope performance challenges for Smart Manufacturing Systems: Focus on agility.

Concurrent Engineering, v. 23, n. 4, p. 343-354, 2015. DOI <https://doi.org/10.1177/1063293X15603217>

LEE, E. A. The past, present and future of Cyber-Physical Systems: a focus on models. **Sensors**, v. 15, p. 4837-4869, 2015. DOI <https://doi.org/10.3390/s150304837>

LORENZ, M.; RUESSMANN, M.; STRACK, R.; LUETH, K. L.; BOLLE, M. **How will technology transform the industrial work force through 2025?** (Man and Machine in Industry 4.0), BCG, 2015.

MANYIKA, J. **A future that works: AI, automation, employment, and productivity**. *McKinsey Global Institute Research, Tech. Rep, 60*, 2017. Disponível em: http://www.cbr.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/risk/downloads/170622-slides-manyika.pdf. Acesso em: 14 out. 2019.

MATA, V. S.; COSTA, C. H. O.; FERNANDES, D. C.; SILVA, E. O.; CARDOSO, F. A.; ANDRADE, J. C.; REZENDE, L. P. L.; OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, N.; MACHADO, P. E. V.; RODRIGUES, R. P. M. Indústria 4.0: a Revolução 4.0 e o Impacto na Mão de Obra. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 13, n. 13, p. 17-22, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17921/1890-1793.2018v13n13p17-22>. Acesso em: 12 maio 2019.

NOBREGA, C. A tecnologia que muda o mundo. Ed. Lugre, 2018.

RODIČ, B. Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. *Oganizacija*, v. 50, n. 3, p. 193-207, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1515/orga-2017-0017>.

RÜBMAN, Michael *et al.* Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, v. 9, 2015.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

TEIXEIRA, J. F. **O Que É Inteligência Artificial?** 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/praxis/395/o%20que%20e%20inteligencia%20artificial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 maio 2019.

TESSARINI, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da

literatura. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, jun. 2018. ISSN 1676-1901. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967>. Acesso em: 16 jun. 2020.

VIAN, C. E. F. **História Econômica Geral**. Materiais de aula. 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3374875/mod_folder/content/0/HEG%20-%20Aula%208-%20revolu%C3%A7%C3%A3o%20industrial%202015.ppt?forcedownload=1. Acesso em: 28 maio 2019.

WANG, W.; ZHU, X.; WANG, L.; QIU, Q.; CAO, Q. **Ubiquitous robotic technology for smart manufacturing system**. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2016. DOI <https://doi.org/10.1155/2016/6018686>

WEHLE, H. D. **Augmented Reality and the Internet of Things (IoT)**, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288642701_Augmented_Reality_and_the_Internet_of_Things_IoT_Industry_40_en. Acesso em: 14 set. 2019.

WITTENBERG, C. Human-CPS Interaction – requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0. **IFAC-Papers On Line**, v. 49, n. 19, p. 420- 425, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.602>

WEF – WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution**, 2016.

ZHOU, Keliang; LIU, Taigang; ZHOU, Lifeng. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *In: Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2015 **12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)**. IEEE, 2015. p. 2147-2152. DOI: 10.1109/FSKD.2015.7382284