



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

JOMAR ANDRADE DA SILVA FILHO

**INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL: A DINÂMICA DAS TRANSFORMAÇÕES NAS
ESFERAS PRODUTIVA E LABORAL**

JOÃO PESSOA

2019

JOMAR ANDRADE DA SILVA FILHO

**INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL: A DINÂMICA DAS TRANSFORMAÇÕES NAS
ESFERAS PRODUTIVA E LABORAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Economia.

Orientador: Profa. Rosângela Palhano Ramalho

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F481i Filho, Jomar Andrade da Silva.

Indústria 4.0 no Brasil: a dinâmica das transformações nas esferas produtiva e laboral / Jomar Andrade da Silva Filho. - João Pessoa, 2019.

33 f.

Orientação: Rosângela Palhano Ramalho.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. indústria 4.0. 2. tecnologia da informação. 3. trabalho. 4. produção. I. Ramalho, Rosângela Palhano. II. Título.

UFPB/CCSA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Comunicamos à Coordenação do Curso de Graduação em Ciências Econômicas (Bacharelado) que o trabalho de conclusão de curso (TCC) do aluno **Jomar Andrade da Silva Filho**, matrícula **11502675**, intitulada **Indústria 4.0 no Brasil: a dinâmica das transformações nas esferas produtiva e laboral**, foi submetido à apreciação da Comissão Examinadora, composta pelos professores: Rosângela Palhano Ramalho (orientador), Lucas Milanez de Lima Almeida (examinador) e Rejane Gomes Carvalho (examinadora) no dia 03/05/2019, às 14 horas, no período letivo 2018.2.

O TCC foi aprovado pela Comissão Examinadora e obteve nota (10,0).

Reformulações sugeridas: Sim () Não (X)

Atenciosamente,

Rosângela Palhano Ramalho

Profa. Ms. Rosângela Palhano Ramalho
Orientadora

Lucas Milanez de Lima Almeida

Prof. Dr. Lucas Milanez de Lima Almeida
Examinador

Rejane Gomes Carvalho

Profa. Dra. Rejane Gomes Carvalho
Examinadora

Cientes:

Jomar Andrade da Silva Filho

Jomar Andrade da Silva Filho
Aluno

Liédje Bettizaide O. de Siqueira

Liédje Bettizaide Oliveira de Siqueira
Coordenadora da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso

JOÃO PESSOA
2019

RESUMO

A quarta revolução industrial está modificando os parâmetros produtivos em todo o mundo. A digitalização das plantas produtivas, através do uso intensivo das tecnologias da informação, tem permitido alcançar novos patamares de eficiência e flexibilização. Assim, o presente esforço investigativo tem como objetivo compreender e apresentar as características, potencialidades e desafios da Indústria 4.0, visando a analisar suas possíveis implicações para a organização da produção e do trabalho. Esse trabalho apresenta ainda uma análise da situação do Brasil, apontando possíveis entraves e potencialidades para inserção do país nesse novo contexto tecnológico. Trata-se de uma pesquisa exploratória que visa proporcionar maior familiaridade com o fenômeno da Indústria 4.0, entender a sua dinâmica e constituir hipóteses. A partir disso, buscou-se analisar o referido fenômeno utilizando-se das bases teóricas e metodológicas de diversos pensadores da área das Ciências Econômicas. Ao final do trabalho concluiu-se que por se tratar de um processo dinâmico, os impactos da digitalização da economia podem ocorrer em diversas esferas: na produção, há uma tendência de maior flexibilização nas plantas produtivas, aumento da eficiência, redução nos custos e desperdícios e possibilidade de incorporar as preferências individuais de cada cliente na mercadoria. Na esfera laboral os impactos podem ser adversos, podendo contribuir diretamente para o processo de elevação do desemprego e da expansão da flexibilização do trabalho já em curso em todo o mundo, levando ao aumento da precarização das relações e das condições de trabalho. Espera-se que esse trabalho possa contribuir para difundir o conhecimento a respeito desse fenômeno tanto no meio acadêmico como empresarial.

Palavras-chave: indústria 4.0; tecnologia da informação; trabalho; produção;

ABSTRACT

The fourth industrial revolution is changing production parameters around the world. The digitalization of the productive plants, through the intensive use of information technologies, has allowed to reach new levels of efficiency and flexibility. Thus, the present research effort aims to understand and present the characteristics, potential and challenges of Industry 4.0, in order to analyze its possible implications for the organization of production and work. This paper also presents an analysis of the Brazilian situation, pointing out possible obstacles and potentialities for the insertion of the country in this new technological context. It is an exploratory research that aims to provide greater familiarity with the phenomenon of Industry 4.0, understand its dynamics and constitute hypotheses. From this, we sought to analyze this phenomenon using the theoretical and methodological bases of several thinkers in the area of economic sciences. At the end of the paper, it was concluded that because it is a dynamic process, the impacts of the digitalization of the economy can occur in several spheres: In production, there is a trend of greater flexibility in production plants, increased efficiency, reduction in costs and waste and possibility of incorporating the individual preferences of each customer into the merchandise. In the labor sphere, the impacts can be adverse, and can directly contribute to the process of raising unemployment and expanding the flexibility of work already underway around the world, leading to an increase in precarious relations and working conditions. It is hoped that this work can contribute to disseminate the knowledge about this phenomenon in the academic as well as the business environment.

Keywords: industry 4.0; information technology; job; production;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	10
3 METODOLOGIA.....	11
4 TEORIA ECONÔMICA, CAPITALISMO E INOVAÇÃO.....	12
5 UM NOVO PARÂMETRO PRODUTIVO GLOBAL.	16
5.1 Os pilares da indústria 4.0.....	18
6 AS RELAÇÕES CAPITAL-TRABALHO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0.....	22
7 O BRASIL E A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	27
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, períodos de intensas transformações na economia global podem ser identificados em razão do desenvolvimento e da incorporação de novas tecnologias nos processos de produção e distribuição de mercadorias.

No século XVIII, as máquinas a vapor revolucionaram a economia mundial e permitiram ganhos de produtividade que provocaram consequências significativas em nível econômico e social. Novos ciclos de inovação se repetiram em meados do século XIX, com a eletricidade e a manufatura em massa, e em meados do século XX, com a chegada da eletrônica e das telecomunicações. No momento atual, é novamente perceptível a redefinição dos parâmetros produtivos globais com a incorporação das tecnologias de informação e computação de dados nas cadeias de produção e distribuição de mercadorias. É a chamada Quarta Revolução Industrial, ou como denominada no Brasil, indústria 4.0.

Indústria 4.0 é um conceito de indústria proposto recentemente e que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura. (SILVEIRA; LOPES, 2016).

A automação não representa nenhuma novidade quando se fala em produção industrial, entretanto, o desenvolvimento recente de novas tecnologias, principalmente na área da tecnologia da informação, tem elevado a automação industrial e a produtividade das empresas a um novo patamar.

Com um mercado cada vez mais competitivo e as necessidades dos clientes mais complexas, as empresas estão encontrando na tecnologia da informação uma maneira de se tornarem mais eficientes e inovadoras.

Laurindo et al (2001) mostra que a aplicação da Tecnologia de Informação (TI) evoluiu dentro das organizações, saindo do básico suporte administrativo para assumir um papel estratégico. Para ele, essa nova função estratégica da TI se disseminou nas empresas, iniciando em apoio a tomada de decisões e avançando na integração com processos e máquinas.

Para Silveira e Lopes (2016) o fundamento básico dessa transformação é a possibilidade de que, conectando máquinas, sistemas e ativos será possível criar

redes inteligentes capazes de controlar os módulos da produção de forma autônoma ao longo de toda a cadeia de valor. Ou seja, as fábricas inteligentes terão a capacidade e autonomia para agendar manutenções, prever falhas nos processos e se adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas na produção.

O potencial de aplicação de tecnologias como Inteligência Artificial (IA), a internet das coisas (IoT), sistemas de informação (big-data), realidade virtual, robótica, impressão 3D e armazenamento em nuvem na produção industrial é gigantesco. Ademais, é importante considerar que a indústria 4.0 não é sinônimo de robô, mas de conectar todos os processos através da coleta de dados. Produtos e serviços estão sendo reprojatados com a inclusão de capacidades digitais, utilizando novos materiais e sensores capazes de monitorar a produção em tempo real, fornecendo dados de desempenho e prevenindo desvios em relação ao funcionamento normal, de forma que sejam corrigidas antes mesmo de se transformarem em falhas, atingindo a máxima performance.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016) a aplicação deste processo de produção totalmente digitalizado dá origem ao conceito de manufatura avançada. Este novo conceito de manufatura envolve a integração das tecnologias físicas e digitais, desde o fornecer da matéria prima até o uso final do produto dentro desta rede autônoma.

Silveira e Lopes (2016) acreditam que os impactos causados pela indústria 4.0 afetarão o mercado como um todo pois as empresas terão que integrar ao produto necessidades e preferências específicas de cada cliente. A customização prévia do produto por parte dos consumidores será uma variável a mais no processo de produção, mas as fábricas inteligentes serão capazes de levar a personalização de cada cliente em consideração, se adaptando às preferências.

Diante disso, espera-se que outro ponto de inflexão aconteça também no mercado de trabalho. Muito além dos impactos esperados sob os modelos de negócios nas cadeias produtivas globais, o novo paradigma digital provocará transformações também nas relações capital-trabalho, abrangendo aspectos de gestão e organização da força de trabalho que inevitavelmente serão afetados pela maior digitalização da produção. Autores que trabalham com o tema chamam atenção para essas possíveis mudanças.

Os profissionais precisarão se adaptar, pois com fábricas ainda mais automatizadas novas demandas surgirão enquanto algumas deixarão de existir. Os trabalhos manuais e repetitivos já vem sendo substituídos por mão de obra automatizada, e com a indústria 4.0 isso tende a continuar. Por outro lado, as demandas em pesquisa e desenvolvimento oferecerão oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente (SILVEIRA; LOPES, 2016).

Ademais, essa mudança de paradigma pode contribuir diretamente para o processo de elevação do desemprego e da expansão da flexibilização do trabalho já em curso em todo o mundo, levando ao aumento da precarização das relações e das condições de trabalho, refletidas em contratos de trabalho temporários, em menores níveis de rendimentos, na terceirização das atividades, e na perda de direitos sociais e trabalhistas.

No caso do Brasil, o uso de tecnologias digitais na indústria ainda é pouco difundido. Em Sondagem especial realizada pela CNI no ano de 2016 para determinar o estágio de avanço na adoção de inovações disruptivas¹ pela indústria brasileira, do total das indústrias, 58% reconhecem a importância dessas tecnologias para a competitividade, entretanto, menos da metade as utiliza.

A CNI (2016) acredita que as empresas no Brasil têm seguido um caminho natural, priorizando inicialmente um aumento de eficiência produtiva para só depois se mover para aplicações mais voltadas ao desenvolvimento de novos produtos e aos novos modelos de negócio.

A indústria 4.0 é um fenômeno recente e bastante dinâmico, que ocorre em várias frentes, modificando a maneira com a qual a sociedade se organiza em torno da produção e distribuição de mercadorias. O estudo dessas modificações merece extrema atenção dos estudiosos das ciências econômicas.

Assim, a partir da problemática exposta, surge a seguinte indagação: Quais implicações esse novo paradigma digital pode produzir sobre as formas de organização da produção e conseqüentemente sobre as relações de trabalho?

¹ Definida pela CNI como inovações interconectadas que transformam o mundo das empresas, a estrutura dos negócios e a vida das pessoas.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A cada revolução tecnológica, surge um novo padrão técnico-organizacional. Em geral esse padrão não representa uma ruptura total no paradigma, há uma evolução, uma combinação entre coisas novas e velhas, com elementos de continuidade e ruptura. Essa dinâmica merece bastante atenção, pois a maneira como as empresas, sociedade e Estado se posicionam frente ao fenômeno é determinante para entender as implicações dessas transformações.

Em termos acadêmicos, verifica-se um amplo campo de pesquisa ainda em construção, sendo abordado por diferentes áreas do conhecimento através de diversas perspectivas. No Brasil, o debate encontra-se em fase ainda mais inicial, com poucas e pontuais pesquisas sobre o tema.

Nasce, com isso, a necessidade desta pesquisa, cujo objetivo geral é compreender e apresentar as características, potencialidades e desafios da Indústria 4.0, visando analisar suas possíveis implicações para a organização da produção e do trabalho.

De maneira mais específica este trabalho busca:

- Revisitar as principais teorias econômicas que trataram do papel da inovação tecnológica na dinâmica do modo de produção capitalista;
- Apresentar as principais tecnologias que dão suporte ao conceito de indústria 4.0;
- Investigar que tipos de modificações técnicas tem sido incorporadas às linhas de produção e distribuição de mercadorias, levando em consideração aspectos como customização, produtividade e gestão da informação;
- Investigar como o trabalhador tem se inserido nas linhas produtivas, que tipo de capacidades tem sido exigidas, como tem se relacionado com as máquinas e a adaptação às plataformas digitais;
- Avaliar como o Brasil tem se inserido nas recentes mudanças proporcionadas pelo novo paradigma digital.

3 METODOLOGIA

Quanto às escolhas metodológicas, este trabalho enquadra-se como uma pesquisa exploratória, que visa proporcionar maior familiaridade com o fenômeno da Indústria 4.0, entender a sua dinâmica e constituir hipóteses. 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 realizada especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

A espinha dorsal do trabalho está embasada em uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos da área da engenharia de controle e automação, em específico aqueles relacionados à indústria 4.0, partindo do princípio de se fazer um levantamento das novas tecnologias e suas aplicações nas linhas de produção e distribuição de mercadorias. A partir disso, buscou-se analisar a dinâmica do referido fenômeno utilizando-se das bases teóricas e metodológicas dos diversos pensadores da área das Ciências Econômicas.

Para tratar da experiência brasileira, buscou-se analisar e correlacionar uma série de estudos recentes realizados por organismos públicos e privados. Por se tratar de um fenômeno ainda muito incipiente na economia brasileira, a maioria dos estudos realizados são caracterizados por trazerem uma sondagem ainda inicial, apontando projeções e possíveis entraves para o avanço da indústria 4.0 no país.

4 TEORIA ECONÔMICA, CAPITALISMO E INOVAÇÃO

Na história do pensamento econômico, em poucas ocasiões, o progresso técnico foi figura central na formulação de teorias explicativas dos fenômenos econômicos. Já nos primórdios da ciência econômica, com a chamada Economia Política, Adam Smith, David Ricardo e em especial Karl Marx, trouxeram a problemática da inovação para tentar entender a origem e a distribuição da riqueza nas economias no momento em que a Revolução Industrial Inglesa consolidava o sistema capitalista como modo de produção.

Não há como ignorar a presença da inovação nas postulações de Adam Smith e David Ricardo, entretanto, suas análises com relação ao papel da inovação no progresso econômico limitaram-se às suas implicações apenas na esfera produtiva. Smith ([1776]1958), em *A riqueza das nações*, tentou explicar o progresso econômico através da possibilidade de se obter um aumento na produtividade com a ampliação de mercados. A especialização produtiva advinda do comércio entre as nações permitiria, segundo ele, a simplificação de tarefas no processo de produção de mercadorias e por sua vez seria o primeiro passo na direção da mecanização da produção, substituindo a força de trabalho pela máquina. Ainda na mesma obra, Smith menciona o ganho de produtividade que pode ser alcançado (em nível individual) na fabricação de mercadorias com a divisão técnica na produção, através da separação e organização das funções laborais.

O progresso técnico aparece pontualmente na obra de David Ricardo ([1817/1821]1982) quando ele analisa o impacto que a substituição de mão de obra pela maquinaria pode exercer sobre o emprego e os salários dos trabalhadores. Segundo ele, a introdução de nova maquinaria no processo produtivo diminui a demanda por trabalhadores e concorre, em partes, para reduzir a produção de mercadorias consumidas pela classe operária, ocasionando uma nova redução da demanda por trabalhadores. Ricardo (1982, p.266) acrescenta ainda que as máquinas e os trabalhadores estão em constante competição. Assim, a decisão do capitalista em investir em máquinas estaria baseada na comparação com o preço da mão de obra. Se este sofrer uma elevação a determinado nível que compense um investimento em um novo maquinário, assim o capitalista irá fazê-lo. No sentido

contrário, se os salários forem baixos, o capitalista não tem incentivos para investir em nova maquinaria.

Com Marx foi inaugurado um debate que alçou o progresso tecnológico ao eixo central da compreensão da acumulação de riqueza no modo de produção capitalista. Entretanto, diferente de Smith e Ricardo, para Marx uma inovação tecnológica implica mudanças não só nas relações técnicas mas também nas relações sociais de produção:

Ao adquirir novas forças produtivas, os homens mudam o modo de produção, e ao mudar o modo de produção e a maneira de ganhar a vida, alteram-se todas as relações sociais. O moinho movido manualmente nos dá a sociedade dos senhores feudais; o moinho a vapor, a sociedade dos capitalistas industriais. (MARX, [1847]1974, p. 91).

Marx (1989) não enxergava a mudança tecnológica puramente por seu caráter técnico. Para ele, havia uma interação dialética entre forças produtivas e relações sociais de produção, e embora a primeira exerça maior influência sobre a segunda, elas interagem e transformam-se mutuamente, tendo como plano de fundo a luta de classes. Ou seja, o processo de desenvolvimento das forças produtivas provoca rupturas também nas esferas social, política e intelectual de uma sociedade, e a substância de tais transformações é resultado das mudanças nas relações sociais de produção no âmbito da base econômica.

Naquilo que identificou como “Lei Geral da Acumulação Capitalista”, haveria uma tendência natural, fruto da concorrência capitalista, de aumento na proporção entre capital constante (máquinas, instalações, equipamentos, matérias-primas etc.) e capital variável (força de trabalho), ou seja, a substituição de trabalho vivo por trabalho objetivado. Para ele, mesmo que a demanda por trabalho aumente em termos absolutos, como tendência, em termos relativos, há uma diminuição da participação do capital variável na totalidade do capital. O resultado é a produção de uma população trabalhadora relativamente supérflua.

Nesse cenário, os trabalhos de Karl Marx e Joseph Schumpeter se aproximam bastante. O progresso técnico, que para Marx é uma condição inerente ao sistema capitalista, para Schumpeter (1982) é considerado motor do desenvolvimento econômico. Segundo ele, a dinâmica da economia capitalista apresenta um movimento cíclico, alternando momentos de expansão da produção com momentos

de depressão, tendo as inovações tecnológicas como determinantes centrais desse movimento.

É preciso salientar que as inovações as quais Schumpeter ([1911/1934]1982, p. 48-49) se refere não correspondem aos aperfeiçoamentos produtivos que são feitos cotidianamente na rotina de uma empresa, mas àquelas que criam uma ruptura no sistema econômico, tirando do estado de equilíbrio e alterando os padrões de criação, resultando em diferenciação para as empresas. Na prática isso corresponde à: aplicação de um novo método de produção; abertura de um novo mercado; introdução de um novo bem; descoberta de uma nova fonte de matéria-prima; estabelecimento de uma nova forma de organização na indústria.

Numa abordagem mais contemporânea, Moulier-Boutang (2007) levanta a tese do *capitalismo cognitivo*, que busca compreender as mudanças no capitalismo contemporâneo no bojo da expansão das novas tecnologias da informação e comunicação. Segundo essa tese, o processo de acumulação de capital pautado nas novas tecnologias da informação alteraram a natureza do modo de produção capitalista.

Aproximando-se dos conceitos elaborados por Karl Marx, Moulier-Boutang (2007) considera que a acumulação capitalista agora assume a forma predominante baseada na exploração do trabalho imaterial (forma principal, porém não exclusiva), tendo o conhecimento e a inovação como principais recursos econômicos na atualidade, produzindo o que denominou de “bens-conhecimento”, que valorizam os bens materiais e serviços.

No capitalismo cognitivo, o valor é produzido pela exploração da força-invenção, o “saber-vivo”. Trata-se da produção de “conhecimento por meio de conhecimento” pela cooperação entre os cérebros trabalhando em computadores conectados em redes. O trabalho imaterial ou força-invenção é o fator de produção, isto é, a substância do valor, da riqueza. Portanto, as novas tecnologias informacionais são consideradas recurso e condição indispensável na produção de bens e serviços (materiais e imateriais). Elas modificam o processo de trabalho ampliando e intensificando a cooperação produtiva em escala inédita (MOULIER-BOUTANG, 2007, p.53 apud SILVEIRA, 2012).

Para Silveira (2012), no capitalismo cognitivo o conhecimento é considerado o bem mais estratégico. O trabalho imaterial qualifica o processo de produção, valoriza os bens produzidos, sejam bens materiais, sejam serviços. O trabalhador cognitivo

que se articula em redes de cérebros tem vínculo flexível de subordinação patronal, ou seja, pode ter emprego fixo, temporário ou autônomo. Ele é explorado, produz o valor e valoriza o capital.

Para Moulier-Boutang (2007) nós estamos deixando um mundo antigo onde a produção de bens materiais requeria investimentos elevados em maquinaria e trabalho pouco qualificado e estamos entrando num mundo onde a reprodução dos bens complexos e a produção de novos conhecimentos e inovações, requerem uma reorientação de investimento para o capital intelectual (educação, formação) e muito trabalho qualificado operado coletivamente por meio das novas tecnologias da informação e das telecomunicações.

As teses abordadas por estes e outros pensadores da ciência econômica podem nos trazer pistas relevantes para desvendar as possíveis transformações pelas quais passará a economia brasileira e mundial nos próximos anos.

5 UM NOVO PARÂMETRO PRODUTIVO GLOBAL

A quarta revolução industrial está redefinindo a maneira como a sociedade se organiza e interage com a produção e a distribuição de mercadorias e serviços. O cerne dessa transformação está na digitalização dos processos produtivos com vistas à aumentar a eficiência e flexibilização das plantas produtivas, permitindo-se alcançar maior otimização de recursos e a customização das mercadorias.

As demandas dos consumidores somadas às novas capacidades produtivas e tecnológicas estão levando à criação de novos modelos de negócios e serviços orientados a atender às demandas individuais de cada cliente num contexto caracterizado por redes de cooperação entre parceiros de negócios. Isso exige das empresas a ampliação de sua capacidade de se conectarem em cadeias globais de valor e de encurtarem o lançamento de produtos no mercado, além de alterarem a forma como se relacionam com clientes e fornecedores.

Para Coelho (2016), numa visão holística, as grandes alavancas são no sentido da flexibilidade, inovação, otimização de recursos, aumentando a eficiência e produtividade, sempre no sentido de satisfazer as necessidades dos clientes, com elevados padrões de qualidade ao mais baixo custo e com a maior rapidez.

Com a digitalização é possível aumentar a eficiência ou a produtividade do processo de produção. Ao monitorar todo o processo, a empresa consegue alocar eficientemente suas máquinas, identificar problemas rapidamente e reduzir gargalos, otimizar processos, reduzir defeitos nos produtos e até mesmo prevenir problemas antes de construir a planta ou protótipo. Consegue, também, aumentar a eficiência no uso de recursos, como energia elétrica, o que contribui para a redução de custos.

Algumas companhias já são capazes de produzir seus produtos em fábricas escuras, sem luzes ou calefação, onde robôs automatizados são responsáveis pela produção, como na fábrica da Philips, na Holanda, que produz barbeadores elétricos com 128 robôs e apenas nove trabalhadores, considerada como um local cuja organização da produção é centrada basicamente nos robôs (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2016).

Os robôs e as máquinas vêm ganhando espaço no mercado, não só na produção, mas também no atendimento ao público. Com os avanços da IA e da robótica empresas como *Facebook*, *Google* e *Youtube* vêm inovando cada

vez mais, seja nas experiências com a realidade virtual, desenvolvimento de carros autônomos ou na maximização das ferramentas da comunicação, proporcionando uma nova experiência para seus usuários e consequentemente inovando os meios de comercialização de produtos e de serviços, e ainda os canais de publicidade e propaganda. (HASAN, N. e REIS, J., p.12, 2018).

Coelho (2016) considera que o aparecimento de plataformas virtuais globais intimamente ligadas ao mundo físico, em vez de simples digitalização é um marco em relação à indústria 3.0. A necessidade das organizações se focarem no cliente altera o paradigma entre vender produtos ou distribuir serviços. Em vez de comprar o produto, o cliente compra o seu acesso através de plataformas digitais especialmente criadas para isso, veja-se o exemplo dos livros (*Kindle*), da música (*Spotify*), da mobilidade (*Uber*), aluguel de habitação (*Airbnb*), entre outros.

Por fim, a empresa pode embarcar tecnologias digitais nos produtos, viabilizando a criação de novos modelos de negócio e/ou maior interação com os clientes e/ou fornecedores.

A empresa americana de desenvolvimento aeroespacial e defesa Boeing é uma das fundadoras da Exostar, um website que permite a troca de experiência em assuntos aeroespaciais e de defesa. Todos os fornecedores da Boeing são encorajados a se registrar na Exostar e participar desse intercâmbio. A missão da Exostar é criar um espaço de trabalho confiável para o compartilhamento seguro de informações, colaboração e integração de processos através de redes globais de fornecedores. Ela foi criada para utilizar o poder da internet com a finalidade de melhorar a capacidade das companhias em trabalhar conjuntamente de maneira mais eficiente e com um menor risco. Além disso, seu objetivo é dar suporte à complexa cadeia de fornecedores e exigências de segurança da indústria mundial aeroespacial e de defesa. Hoje, a empresa projeta, desenvolve, opera e dá suporte a um portfólio de produtos e serviços implantados em seu ambiente de trabalho e conecta mais de 70.000 empresas ao redor de todo mundo. (MAFRA et al, 2012)

Tornar processos mais eficientes também significa reduzir o desperdício em várias esferas da produção. Do ponto de vista da sustentabilidade ambiental a indústria 4.0 permite gerar bem menos resíduos porque a chance de erro é muito menor. Tudo graças à tecnologia aplicada à produção industrial: aproveitamento

racional da energia, automação, redução de desperdício, tratamento e reaproveitamento de resíduos.

Não obstante, a produção no contexto da manufatura avançada nos expõe também um dilema ambiental: a larga produção que prevê a indústria 4.0, disponibilizando mais produtos em velocidade maior, com diversificação maior e menor intervalo de lançamento entre uma linha e outra ao mercado, poderá alimentar um ciclo vicioso de consumo desenfreado.

5.1 Os Pilares da indústria 4.0

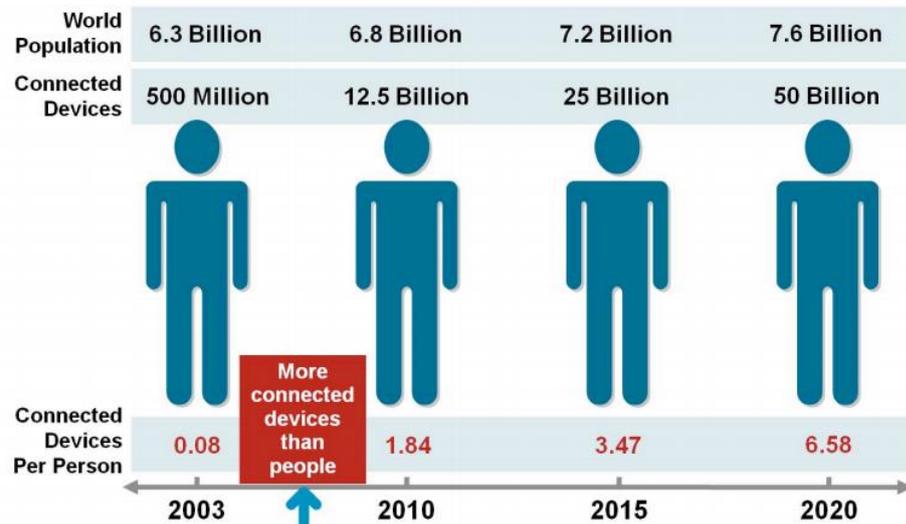
Para viabilizar essas transformações, uma série de novas tecnologias e tendências facilitadoras tem sido introduzidas nas linhas de produção. Algumas delas são consideradas como os principais pilares da indústria inteligente: A internet das coisas e serviços, os sistemas cyber-físicos e o Big-Data.

- IoT (*Internet of things*)

O termo “internet das Coisas” refere-se a objetos físicos ligados à internet. A IoT pode ser encontrada em nosso cotidiano, como por exemplo, quando usamos o smartphone para encontrar o caminho mais rápido para chegar de um ponto ao outro tendo em consideração condições de tráfego e segurança. Mas o seu potencial de aplicação é enorme e poderá transformar o mundo em que conhecemos. Itens conectados poderão interagir entre si, fornecendo ao proprietário informações de suma importância, como por exemplo, refrigeradores que informam o que está faltando, quais produtos estão acabando, montando uma lista de compras para o usuário, ou também a capacidade de prédios, casas e edifícios produzirem energia renovável por meio dos dados informados de consumo a uma central, dando início à renovação da energia e cuidando inteiramente da distribuição (HASAN, N. REIS, J., 2018).

Como mostra a Figura 1, entre os anos 2008 e 2010, com a explosão no número de smartphones e tablets, o número de objetos conectados à internet superou a população mundial. A Cisco Internet Business Solutions Group (2011) estima que em 2020 o número de objetos conectados se aproxime dos 50 bilhões.

Figura 1 – População mundial x Objetos conectados à internet



Fonte: Cisco IBSG, 2011.

Em nível industrial, a internet das coisas permite a conexão entre máquinas por meio de sensores e dispositivos eletrônicos, reunindo e organizando dados da produção diretamente do chão de fábrica, facilitando a centralização e o controle da produção, ajudando a tornar a planta inteligente. O que ocorre posteriormente é o levantamento de uma massa de dados considerável que necessita ser armazenado e interpretado. A consequência prática do IoT é o conceito de Big Data.

Por exemplo, pode-se conectar em tempo real a cadeia logística de entrada e saída de materiais e controlar a produção, no ponto ótimo de operação. Ou conectar toda a linha de montagem de um produto, facilitando a detecção e correção de erros, diminuindo assim gastos desnecessários que poderiam ser gerados por eles, e a demora em corrigi-los (SANTISO, 2014).

Uma evolução da “internet of things” é a “internet of services”. Ou seja, a conectividade e interação das coisas criando serviços de valor para o cliente. Empresas vão usar a Internet para construir e fornecer um grande número de novos tipos de serviços que vão além da reserva de voos ou compra de livros.

Serviços que estão disponíveis na Web em separado serão combinados e ligados entre si, resultando em serviços agregados de valor acrescentado (LIN *et al*, 2016).

- Big-Data

O termo big-data refere-se à grande quantidade de dados produzidos e armazenados por empresas, pessoas ou coisas em tempo real, resultante da existência de milhões de sistemas atualmente ligados à rede (IoT), e utilizados para cruzamentos de dados, pesquisas e análises para tomadas de decisões.

O big-data tem como propósito para a indústria 4.0 colecionar todos os dados considerados relevantes e processá-los com o intuito de transformá-los em conhecimento, com a finalidade de utilizar estas informações para as tomadas de decisões inteligentes sendo eficientes e eficazes para agregar na indústria do futuro. (OLIVEIRA E SIMÕES,2017)

Coelho (2016) alerta que esta atividade requer sistemas tecnologicamente evoluídos, providos de capacidade de processamento em tempo real e algoritmos sofisticados que levem em conta também a segurança dos dados armazenados. A interligação de dados e informações entre todos os departamentos da cadeia produtiva da indústria e a disponibilização em nuvem para a fácil colaboração entre funcionários exige muita cautela e segurança, sendo essa uma das principais preocupações e desafios na manufatura da indústria 4.0.

- Cyber-Physical Systems (CPS)

Lee (2008) define o sistema físico-cibernético como a integração entre computadores e processos físicos, interagindo entre si e influenciando-se mutuamente com vistas a monitorar e controlar as informações em tempo real. Esse sistema otimiza a indústria por meio de controle e monitoramento entre todos os processos de produção para atender da melhor maneira possível a necessidade dos clientes.

Para Coelho (2016) o coração dos CPS são os sistemas de computação embutidos (Embedded Systems). São sistemas de processamento de informação incluídos em outros produtos ou equipamentos principais. As tarefas que até agora eram desempenhadas por computadores dedicados apenas à recolha de informação proveniente da automação tradicional, estão a ser transferidas para

estes novos sistemas com dimensões e performance ajustada às novas necessidades. Para o autor, os computadores, tal como os conhecemos, tendem a desaparecer criando espaço para um novo conceito de computação onipresente.

6 AS RELAÇÕES CAPITAL-TRABALHO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Se considerarmos que cada revolução industrial teve como base um desenvolvimento tecnológico específico, é lógico afirmar que a indústria 4.0 irá requerer profissionais com um perfil diferente dos exigidos pela indústria 3.0 e anteriores. (SCHWAB, 2017)

O dinamismo e a velocidade com a qual a digitalização vem se integrando aos processos produtivos demonstra que os trabalhadores precisarão desenvolver competências que atendam aos requisitos exigidos pelos diversos setores produtivos que acompanharão os avanços desta nova revolução industrial.

Os profissionais precisarão se adaptar, pois com fábricas ainda mais automatizadas novas demandas surgirão enquanto algumas deixarão de existir. 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. Os trabalhos manuais e repetitivos já vem sendo substituídos por mão de obra automatizada, por outro lado, as demandas em pesquisa e desenvolvimento oferecerão oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente (SILVEIRA; LOPES, 2016).

Como os ambientes da indústria 4.0 contêm processos mais complexos devido à automação e à interconectividade entre os elementos do sistema, será exigida uma qualificação básica para os trabalhadores industriais nesse novo contexto. Isso inclui a capacidade de reconhecer elementos do sistema de produção, identificação de bordas do sistema, compreensão das funções e relacionamentos dentro dos processos e assim poder prever o comportamento do sistema. (KLEINDIENST et al., 2016)

O BCG (2015) lista alguns exemplos das novas formas de interação do homem-máquina no contexto do novo paradigma digital, como:

- A atuação de robôs flexíveis e humanoides robôs podem ajudar a mitigar os efeitos físicos de tarefas repetitivas e desgastantes, proporcionando um

trabalho ergonomicamente mais correto, além de ser útil em países com a força de trabalho mais idosa, permitindo assim que as pessoas nessas condições possam continuar trabalhando por mais tempo de forma segura e saudável;

- Manutenção preditiva: o trabalho dos técnicos de manutenção de máquinas será essencialmente preditivo e o serviço poderá ocorrer de forma remota. Essa produtividade reduzirá drasticamente o tempo de inatividade da máquina e o tempo levado pelo profissional em sua manutenção;
- Controle operacional: os avanços da Indústria 4.0 possibilitarão que um operador se responsabilize por várias máquinas. Medidas de operação padrão para qualquer tipo de tarefas e dados serão mostradas em tempo real em telas e óculos, permitindo que o monitoramento da qualidade da performance do produto e da máquina seja realizado por meio de consultas em um sistema automatizado. Exigir-se-á, assim, menos treinamento específico sobre o funcionamento das máquinas e mais na capacidade de utilizar dispositivos digitais e softwares para acessar um repositório de conhecimento virtual.

Para Kleindienst et al. (2016), os computadores são capazes de 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. Entretanto, o autor ressalta também que tal posição deve ser analisada com rigor, questionando se essas tecnologias estão complementando e apoiando a inteligência humana, ou estão a caminho de substituí-la.

O impacto no número de empregos é, sem dúvida, o mais controverso e polêmico efeito da Indústria 4.0. Os debates têm sido polarizados por aqueles que acreditam em oportunidades ilimitadas de novos empregos e aqueles que preveem maciça substituição da mão de obra e o desaparecimento de postos de trabalho (WEF, 2016).

Estudo recente do Fórum Econômico Mundial (2016) aponta que a quarta revolução industrial provocará a perda de 7,1 milhões de empregos, enquanto 2 milhões serão criados, resultando em um impacto negativo de 5,1 milhões de postos de trabalho até 2020, dos quais somente no setor de manufatura e produção mais de

1,6 milhões de empregos diretos serão substituídos por robôs e outras tecnologias avançadas.

Não parece exagero, portanto, falar que Indústria 4.0 pode ser a grande responsável por alimentar o fenômeno do desemprego tecnológico, que é aquele causado pelo uso massivo de tecnologias tornando obsoleto o trabalho humano. Tal fenômeno é, sem dúvida, um problema iminente que criará maiores desigualdades e um abismo entre os retornos ao trabalho e o retorno ao capital (SALTORATO e TESSARINI JUNIOR, 2018).

Não obstante às controvérsias numéricas, o que parece ser consenso é que a criação de novas vagas dar-se-á em níveis gerenciais ou em áreas que exigem maior qualificação, como ciências matemáticas e da computação, engenharia e arquitetura; enquanto o declínio de empregos ocorrerá principalmente em tarefas simples e rotineiras e portanto mais suscetíveis à automação (SALTORATO e TESSARINI JUNIOR, 2018).

Ademais, as mudanças na estrutura produtiva experimentadas com a digitalização da economia impactarão a maneira como a sociedade, de maneira geral, se organiza em torno da produção e distribuição das mercadorias, seus valores, costumes, a forma como os indivíduos se relacionam, como escolhem os produtos e serviços e principalmente em suas instituições. Sob a ótica marxiana, todo modo de produção é composto por uma estrutura produtiva (a base material da economia) sob a qual se ergue uma superestrutura jurídica, política e ideológica de dominação e manutenção das relações de produção estabelecidas. De maneira dialética, esses dois elementos se condicionam mutuamente: a produção material condiciona as instituições e as instituições condicionam também a realização de determinado tipo de produção material.

Assim, a relação entre tecnologia e emprego jamais pode ser dada como trivial. Períodos de acentuada mudança tecnológica, como o atual, em que o novo paradigma digital vai se tornando dominante, trazem desafios difíceis de serem transpostos pelo mundo de trabalho em vista dos novos requisitos impostos ao arcabouço da regulação das relações capital-trabalho e, também, aos sistemas de educação e formação profissional e de proteção social. (KUPFER, 2018)

No âmbito político, para que possa ser viabilizada, a Indústria 4.0 requer que novas regulamentações sejam aprovadas pela Administração Pública, tanto visando à adaptação, à difusão e à proteção às tecnologias digitais, como a atualização das legislações trabalhistas vigentes.

Em consonância com as transformações já ocorridas nas cadeias produtivas brasileiras, a Lei nº 13.467/2017, que institui a chamada “reforma trabalhista”, trouxe alterações na legislação com vistas a adaptá-la às últimas transformações da sociedade e da economia. A reforma atua no sentido da flexibilização física e temporal do trabalho, com modificações nas esferas de jornada de trabalho, local de trabalho e formas de contratação.

Os efeitos dessa flexibilização na legislação laboral, ao contrário dos argumentos que a justificam, podem ser bastante adversos. Para KREIN et al. (2018) a reforma trabalhista altera mais do que as relações de emprego, tendendo a produzir efeitos deletérios sobre a economia, o mercado de trabalho, a proteção social e a forma de organização da sociedade brasileira. Acrescenta ainda que a reforma constitui um sistema que amplia o poder e a liberdade do capital para determinar as condições de contratação, uso e remuneração do trabalho, deixando o trabalhador em uma condição de maior insegurança, vulnerabilidade e risco, com consequências negativas sobre a vida pessoal, familiar e social.

PRAUN (2014) acrescenta que quanto mais frágil a legislação protetora do trabalho e a organização sindical na localidade, maior o grau de precarização das condições de trabalho, independentemente do grau de “modernização” das linhas de produção ou ambientes de trabalho como um todo.

Para ANTUNES (2018) trabalhadores pertencentes ao núcleo que atua com maquinário mais avançado, dotado de maior tecnologia, encontram-se cada vez mais expostos à flexibilização e à intensificação do ritmo de suas atividades. Este fato se deve não só pelo ritmo imposto pela robotização do processo produtivo, mas, sobretudo, pela instituição de práticas pautadas em multifuncionalidade, times de trabalho interdependentes, além da pressão psicológica voltada ao aumento da produtividade.

A possibilidade de precarização das relações de trabalho também é observada pelo WEF (2016) que afirma que provavelmente a Indústria 4.0 levará à expansão de

trabalhadores independentes contratados para a realização de serviços pré-determinados através de plataformas digitais, por um curto período de tempo, e em um contexto de insegurança e ausência de benefícios.

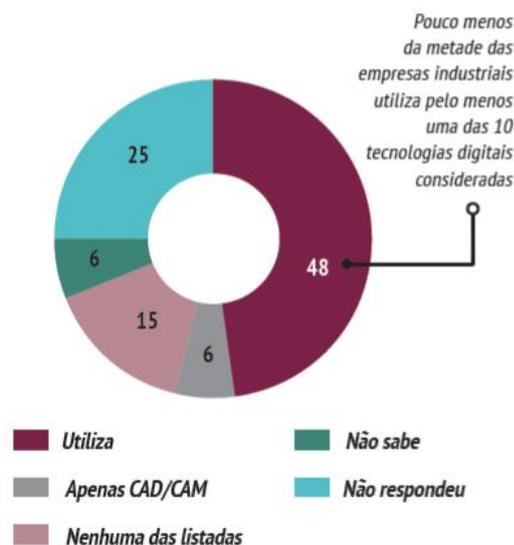
Caruso (2017) analisa particularmente essa questão e conclui que, igualmente às revoluções industriais anteriores, na Indústria 4.0, a organização do trabalho não se tornará mais horizontal, e diferentemente do prometido, o poder de decisão e a autonomia dos trabalhadores não aumentará. Para o autor, a Indústria 4.0 intensificará os já conhecidos resultados concretos das transformações dos processos produtivos ocorridos sob a égide do sistema capitalista: redução da participação da força de trabalho na produção, redução dos direitos e garantias dos trabalhadores e o aumento da concentração de capital e do monopólio das forças de produção.

Essa problemática tem recebido substancial atenção de governantes, empresários, universidades e pesquisadores. Está aberto o caminho para um novo campo de pesquisa, com múltiplas facetas e possibilidades, que tem sido abordado de modo interdisciplinar pelas mais diversas áreas da ciência, como engenharias, administração, economia e computação. Entretanto, observa-se na literatura especializada certa fascinação com as diversas tecnologias financiadoras da Indústria 4.0 e seus ganhos de produtividade, em detrimento dos seus possíveis impactos sociais. Estudos que incluem o homem e o trabalho na discussão ainda são escassos. Mais uma vez, assim como nas revoluções anteriores, o trabalhador parece renegado à condição de mero coadjuvante em meio a um turbilhão de inovações que afetarão a sociedade.

7 O BRASIL E A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A incorporação das tecnologias de digitalização nas cadeias produtivas ainda é muito incipiente no Brasil. Segundo uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016) realizada com todas as indústrias brasileiras, apenas 48% delas utilizam pelo menos uma das dez tecnologias digitais consideradas no estudo, o percentual cresce para 63% entre grandes empresas e cai para 25% entre pequenas empresas, conforme apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Utilização de pelo menos uma das dez tecnologias digitais listadas
Percentual de respostas (%)



Fonte: CNI, 2016.

O estudo revela ainda que entre os setores que mais usam tecnologias digitais em seus processos produtivos estão: equipamentos de informática, metalurgia, veículos automotores, produtos têxteis, máquinas e equipamentos, e outros.

A automação digital com sensores para identificação de produtos e condições operacionais, que permite linhas flexíveis e autônomas, ainda é pouco utilizada pela indústria brasileira: 8% das empresas industriais (13% das grandes empresas). A flexibilização da linha de produção possibilita a aplicação do conceito de customização em massa, que reduz a escala mínima de produção eficiente e permite à empresa

atender clientes de diferentes gostos e necessidades, ou seja, não só reduz os custos de produção como aumenta o mercado de atuação da empresa (CNI, 2016).

Cabe ressaltar a rara utilização das demais tecnologias que permitem a redução dos custos de desenvolvimento e *set up* dos processos de manufatura. Simulações e análises com modelos virtuais são utilizadas por apenas 5% das empresas, assim como manufatura aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D (CNI, 2016).

Para 66% das empresas, o custo de implantação é a principal barreira interna à adoção de tecnologias digitais. Praticamente empatadas em segundo lugar têm-se a falta de clareza na definição do retorno sobre o investimento e a estrutura e cultura da empresa, com, respectivamente, 26% e 24% de assinalações (CNI, 2016).

Entre as barreiras externas, o destaque é a falta de trabalhador qualificado, com 30% de assinalações. Seguidas de Infraestrutura de telecomunicações do país insuficiente, dificuldade para identificar tecnologias e parceiros e ausência de linhas de financiamento apropriadas (CNI, 2016).

O relatório aponta ainda que a indústria brasileira segue um caminho que pode ser considerado natural. No primeiro momento, aproveita as oportunidades oferecidas pelas tecnologias digitais para otimização de processo para, então, se mover para aplicações mais voltadas a desenvolvimento, a produtos e novos modelos de negócios. No entanto, para a CNI (2016), considerando que a indústria brasileira precisa competir globalmente e que se encontra atrás nessa corrida, o esforço de digitalização precisa ser realizado, simultaneamente, em todas as dimensões.

Considerando a importância da incorporação destas tecnologias, da qual resulta um aumento da eficiência do processo, do aperfeiçoamento do produto e na expansão e criação de novos negócios para as empresas, o baixo conhecimento e uso destas tecnologias impacta de forma negativa o desempenho de competitividade do Brasil no mercado globalizado. Em relatório de competitividade digital do IMD (2018), que analisa anualmente a competitividade digital de 63 países, o Brasil ocupa 57º lugar. O estudo classifica os países levando em consideração três fatores: conhecimento, tecnologia e preparação para o futuro.

O Brasil tem sua melhor colocação no quesito preparação para o futuro, ocupando a 47ª posição no ranking geral. O estudo aponta ainda algumas das principais deficiências e potenciais do Brasil. Como pontos positivos foram assinalados os gastos em educação, a banda larga de conexão com a internet, a ampla posse de smartphones e a produtividade de P&D por publicação. As principais deficiências indicadas são: as habilidades tecnológicas/digitais, a tecnologia da comunicação e os aspectos regulatórios.

Em outro estudo, realizado pela Accenture (2016) em parceria com a Oxford Economics, projeções indicam que é possível adicionar até 120 bilhões de dólares ao PIB brasileiro se o país for capaz de acelerar a digitalização da economia. A economia digital representa a soma dos valores gerados pelas habilidades digitais, bens e serviços intermediários utilizados na produção e meios digitais - softwares, serviços de comunicação e equipamentos. A participação da economia digital no PIB do Brasil segundo este estudo é de 21,3% em 2015, e se acelerada saltará para 24,8% em 2020.

Isolado, o segmento de tecnologia da informação e comunicação representa, segundo dados da BRASSCOM (Associação das empresas de tecnologia da informação e comunicação), 7,1% do PIB.

Em março de 2018 o então presidente da república, Michel Temer assinou decreto que institui a estratégia brasileira para transformação digital, chamada E-digital. O documento sintetiza as diretrizes e ações para fortalecer a economia pela via digital. Considerada peça-chave para aumentar a competitividade e a produtividade da economia brasileira, a Estratégia Digital estabelece um conjunto de 100 ações para impulsionar a digitalização de processos produtivos e da sociedade num horizonte de quatro anos, entre elas: ampliar o acesso da população à internet e às tecnologias digitais; estimular o desenvolvimento de novas tecnologias com a ampliação da produção científica e tecnológica; transformar a internet em um ambiente seguro, confiável, e propício aos serviços e ao consumo; formar a sociedade para o mundo digital e prepará-la para o trabalho do futuro. (MCTIC, 2018)

A digitalização abre oportunidades em inúmeras frentes, entretanto, os desafios para a implementação de tais iniciativas não são poucos. Apesar de o Brasil apresentar vantagens competitivas em diversos setores da economia, em muitos deles o hiato

tecnológico ainda é muito grande. Tudo indica que os próximos anos serão decisivos para determinar a postura que o Brasil irá tomar diante deste novo paradigma.

Parece consenso entre os estudiosos da área que os principais desafios que o Brasil precisa superar para que se integre nesse eixo de aumento global da produtividade via digitalização da produção são:

- Definir políticas que encorajem investimentos (incentivos de mercado);
- Investimento em educação e capacitação;
- Aperfeiçoamento de programas de apoio a ciência, tecnologia e inovação;

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma revolução está diante dos nossos olhos. O novo paradigma digital irá transformar a maneira como a sociedade produz, como nos relacionamos, como escolhemos produtos e serviços. Indústria 4.0 é a conexão de tudo e todos, produzindo, processando, armazenando e interpretando dados em tempo real para se atingir a máxima eficiência.

No mercado de trabalho as transformações serão profundas. O trabalho como o conhecemos será ressignificado, capacidades antes exigidas serão deixadas de lado enquanto novas serão incluídas. O trabalho imaterial/intelectual ganha destaque nesse novo contexto e as implicações dessa transformação podem ser muitas, desde o desemprego tecnológico até o surgimento de novas formas de exploração da força de trabalho.

No Brasil há amplo espaço para incrementar a digitalização na economia. O desconhecimento a respeito das novas tecnologias, a precária infraestrutura educacional e a baixa qualificação profissional parecem ser entraves poderosos à digitalização. Não há como fugir, a indústria 4.0 já é o presente e não o futuro. Os próximos anos serão decisivos para a economia brasileira.

Essas e outras questões que irão surgir abrem um enorme leque de possibilidades de pesquisa relativas a esta nova revolução industrial. Portanto, esta pesquisa se torna também uma iniciativa de incitar a discussão a respeito dessa temática 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.

REFERÊNCIAS

ACCENTURE. **Digital disruption**: The growth multiplier. Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth By Mark Knickrehm, Bruno Berthon and Paul Daugherty. 2016. Disponível em: <https://www.accenture.com/acnmedia/PDF-14/Accenture-Strategy-Digital-Disruption-Growth-Multiplier-Brazil.pdf> Acesso em: 13 de julho de 2018

ANTUNES, R. **O privilégio da servidão**: o novo proletariado de serviços na era digital. - 1. Ed.- São Paulo: Boitempo, 2018.

BCG. Boston Consulting Group. **Industry 4.0**: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. 09 ABRIL 2015. By Philipp Gerbert , Markus Lorenz , Michael Rüßmann , Manuela Waldner , Jan Justus , Pascal Engel , and Michael Harnisch. Disponível em: https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx

BELLUZZO, L. G., Galípolo, G. (2016) **A nova revolução industrial**. Valor Econômico, Novembro, 2016. Disponível em: <http://www.valor.com.br/opiniaio/4762325/nova-revolucao-industrial>.> Acesso em: 27 de Agosto de 2018

CARUSO, Loris. Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes? **AI & SOCIETY**, p. 1-14, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-017-0736-1> Acesso em: 17 de julho de 2018

CISCO. Internet Business Solutions Group (IBSG). **The Internet of things**. How the next evolution of the internet is changing everything. Dave Evans, April, 2011. Disponível em: : <https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf> Acesso em: 02 de abril de 2019

CNI. Confederação nacional da indústria. **Indústria 4.0**: novo desafio para as empresas brasileiras.2016. Disponível em:<<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acesso em: 1 maio 2018.

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

HASAN, N. e REIS, J., **Organizações inovadoras que utilizam a revolução 4.0**. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas. Aracaju, v.2 n.3 p. 9 - 20 Fev. 2018 Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/exatas/article/view/4745> Acesso em: 15 de outubro de 2018

IMD. **Imd world digital competitiveness ranking 2018**. 2018 Disponível em: <https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/imd_world_digital_competitiveness_ranking_2018.pdf> Acesso em: 13 de março de 2019

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. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317691813_Transition_towards_an_Industry_4_0_State_of_the_LeanLab_at_Graz_University_of_Technology Acesso em: 09 de outubro de 2018

KREIN, D.; GIMENEZ, D. M.; SANTOS, A. L. (Orgs.). **Dimensões críticas da reforma trabalhista no Brasil**. Campinas: Curt Nimuendajú, 2018.

KUPFER, Davi. Progresso técnico e desigualdade. **Valor Econômico**, Rio de Janeiro 2018. Disponível em: < <https://www.valor.com.br/opiniaio/5729371/progresso-tecnico-e-desigualdade>> Acesso em: 15/08/2018

LAURINDO, F. J. B. et al. O papel da tecnologia da informação (TI) na estratégia das organizações. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 2, p. 160-179, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104530X2001000200005&script=sci_abstract&tlng=pt Acesso em: 03 de setembro de 2018

LEE, E. A. (2008). **Cyber Physical Systems: Design Challenges**. 1th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), (p. 363-369). Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.156.1012&rep=rep1&type=pdf> Acesso em: 13 de julho de 2018

LIN, T. Y. et al. **New Method for Industry 4.0 Machine Status Prediction - A Case Study with the Machine of a Spring Factory**. 2016 International Computer Symposium (ICS), p. 322-326, 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/New-Method-for-Industry-4.0-Machine-Status-A-Case-a-Lin-Chen/8f9170d0da88b0cdda4e4c81f4ff87fa38f40fae/figure/0> Acesso em: 22 de setembro de 2018

MAFRA, O. Y. et al. **Rede de Fornecedores**. Economia e energia. Ano XVI- N° 84. Janeiro/março de 2012. Disponível em: http://www.ppgccom.ufam.edu.br/attachments/article/207/DISSERTACAO_EDILENE_MAFRA_VERSAOFINALDEPOSITO.pdf Acesso em: 10 de outubro de 2018

MARX, K. **O capital**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. Livros I, II e III, 1989.

_____. **Miseria de la Filosofia**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Argentina Editores, [1847]1974.

MCTIC. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia brasileira para a transformação digital**. Brasília. 2018. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/estrategiadigital> Acesso em: 12 de novembro de 2018

MOULIER-BOUTANG, Y. **Le capitalisme cognitif: la nouvelle grande transformation**. Paris: Éditions Amsterdam, 2007.

OLIVEIRA, F. T. SIMÕES, W. L. **A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes de engenharia**. Simpósio de Engenharia de produção. Universidade Federal de Goiás. 2017. Catalão. Goiás. Brasil. Disponível em: <https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf> Acesso em: 15 de junho de 2018.

PRAUN, Lucieneida Dováo. **Não sois máquina!**: reestruturação produtiva e adoecimento na General Motors do Brasil.- Campinas, SP : [s.n.], 2014. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/281245/1/Praun_LucieneidaDovao_D.pdf Acesso em: 23 de agosto de 2018

RICARDO, D. **Princípios de Economia Política e Tributação**. São Paulo: Abril Cultural, [1817/1821]1982.

SALTORATO, P.; TESSARINI JUNIOR, G. **Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho**: uma revisão sistemática da literatura - Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018 Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967> Acesso em: 20 de junho de 2018

SANTISO, Carlo. **Head Institutional Capacity of the State Division**, Inter-American Development Bank. Foro Económico Mundial de la América Latina 2014. Disponível em: <http://www.olacefs.com/p13823/?lang=en> Acesso em: 13 de janeiro de 2019

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, [1911/1934]1982.

SCHWAB, K. (2017). **The Fourth Industrial Revolution**: what it means, how to respond. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>> Acesso em: 20 de maio de 2018.

SILVEIRA, Tânia Maria, **Capitalismo contemporâneo e desenvolvimento tecnológico** -Duas abordagens teóricas: marxista e cognitiva. 2012. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/argumentum/article/view/4670> Acesso em: 22 de janeiro de 2019.

SILVEIRA, Cristiano; LOPES, Guilherme. **O que é indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Citisystems, nov/2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>> Acesso em: 27 de maio de 2018.

SMITH, A. **Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones**. México: Fondo de Cultura Económica, [1776]1958.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs**: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Report. Genebra, 2016. Disponível em: < <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/> > Acesso em 14 maio 2018.