



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

EFEITOS DAS INOVAÇÕES SOBRE O EMPREGO: POTENCIALIDADES E DESAFIOS

Simone Manhães Arêas Mérida¹

Lia Hasenclever²

Marcia Marques de Carvalho³

Área temática: Inovação e mudanças técnica, organizacional e institucional.

Resumo:

O objetivo deste artigo é expor e elucidar os principais pontos de discussão na literatura dos efeitos das inovações sobre o emprego, a partir do entendimento das mudanças ocorridas nas estruturas organizacionais das empresas e no mercado de trabalho, na Indústria 4.0. A metodologia utilizada foi uma revisão bibliográfica, adotando a técnica de análise de referência recursiva. Os resultados mostram que os efeitos das inovações sobre o emprego são incertos e controversos, especialmente, no tocante à quantidade e à qualidade de trabalho disponível, frente à velocidade das mudanças tecnológicas. As tecnologias de uso geral requerem inovações em modelos de negócios, estruturas de processos organizacionais, instituições e habilidades e, diferentemente das economias avançadas, os países em desenvolvimento, apresentam um descompasso entre rápido avanço das tecnologias digitais e a lenta mudança do governo, das organizações e dos indivíduos.

Palavras-chave: Inovação; Emprego; Indústria 4.0; Países em Desenvolvimento.

Abstract:

This article aims to expose and clarify the main points in the literature about the innovation effects over the employment, based on the knowledge of the changes in the companies' organizational structures and the labor market in the Industry 4.0. The methodology used was a bibliographical review, adopting the recursive reference analysis technique. The results show that the effects of innovations over the employment are uncertain and controversial, especially as regards work's quantity and quality available in the face of the technological change speed. General-use technologies require innovations in business models, organizational process structures, institutions and skills and unlike the advanced economies, developing countries show a mismatch between the fast advance of digital technologies and the slow change of government, organizations and individuals.

Keywords: Innovation; Job; Industry 4.0; Developing Countries.

JEL: D2, E24, O140 e O330

¹ Mestre em Economia Empresarial e Doutoranda em Planejamento Regional e Gestão da Cidade, ambos pela Universidade Cândido Mendes (UCAM). Professora Assistente no Departamento de Economia – UFF/Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional - ESR. *E-mail:* smareas@id.uff.br.

² Doutora em Engenharia da Produção pela COPPE-UFRJ. Professora Colaboradora Voluntária Instituto de Economia - UFRJ e Universidade Cândido Mendes/Campos dos Goytacazes. *E-mail:* lia@ie.ufrj.br.

³ Doutora em Economia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Professora adjunta no Instituto de Matemática e Estatística (IME) – UFF. *E-mail:* marcia.carvalho.uff@gmail.com.



IV ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento

10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

1 Introdução

As mudanças tecnológicas iniciadas na década de 1970 e uma onda de inovações disruptivas estão provocando transformações na natureza do trabalho e alterando a estrutura do mercado laboral. Por certo, a sociedade moderna traz novas formas de organização da produção e de competição entre empresas e sistemas econômicos, cuja prioridade está nos modelos de uso de mão de obra generalista em contraposição à especialização exacerbada adotada no modelo Taylor-Fordista de produção.

Certamente, os avanços tecnológicos tendem a otimizar os processos produtivos, com sistemas mais flexíveis e integralizados de produção, eliminar pontos de estrangulamentos e minimizar seus custos, ampliando a produtividade e a eficiência econômica. Contudo, se por um lado, o retrato dessas mudanças é a destruição de determinados postos de trabalhos, por meio da qual, profissões menos tecnológicas tendem a ser substituídas por outras, baseadas em tecnologias modernas. Por outro, novos postos de trabalhos e mais produtivos são criados. Logo, o que se percebe é o redesenho do trabalho.

As mudanças ocorrem também no conjunto de ocupações, assim como nas habilidades e nos requisitos educacionais exigidos. Novas ocupações, que atualmente não se pode se quer imaginar, surgirão e criarão novos empregos. Entretanto, essas ocupações demandarão trabalhadores mais qualificados e poderão proporcionar oportunidades de empregos mais flexíveis. Habilidades ainda não definidas serão necessárias para atender às novas tecnologias, que estão em estágio incipiente e ainda não completaram seu ciclo de maturação.

A literatura mostra que os efeitos líquidos das inovações⁴ sobre os empregos são incertos, pois, associados às mudanças tecnológicas há, ainda, outros fatores que influenciam indiretamente esse processo: (i) a conjuntura de um país, representada pelo escopo de acontecimentos econômicos, políticos e sociais interligados; (ii) a natureza das inovações, em produto ou em processo, sendo as inovações de produto apontadas como geradoras de maior número de empregos; (iii) a criação e morte de empresas e seu efeito líquido; (iv) a qualificação dos trabalhadores para atender às demandas de emprego, frente às novas tecnologias; e, ainda, (v) a qualidade dos novos empregos, pois alguns dos novos empregos gerados podem ser mais precários.

Pesquisas realizadas pelo *McKinsey Global Institute* relatam que algumas dessas mudanças ocorrerão dentro de empresas e setores, mas outras entre setores e até territórios. Mudanças tecnológicas nos países de economia avançada podem se diferenciar das mudanças tecnológicas que ocorrem nos países em desenvolvimento, em face de distintos objetivos, incentivos e dotações iniciais de fatores. Considerando a própria natureza desse processo, as inovações de países desenvolvidos podem não ser totalmente adaptáveis ao desenvolvimento de contextos nacionais dos países em desenvolvimento. Consequentemente, os efeitos da inovação na geração de emprego podem ser diferentes entre países com graus distintos de desenvolvimento.

⁴ “Uma inovação tecnológica consiste em mudança significativa no grau de novidade da firma, seja em termos de *inputs* ou de *outputs*. Esta pode se dar em forma de mudanças no processo produtivo ou na produção de um novo produto” (MANUAL DE OSLO, 2018, p. 20).



IV ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento

10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

No Brasil, a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (Pnad), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os resultados acerca da população ocupada apontam que no período de 2001 a 2015, houve um crescimento de aproximadamente 23%. No entanto, quando analisada a população ocupada em relação à população economicamente ativa, percebe-se uma queda para os anos de 2013 a 2015. Quando a análise recai sobre a estrutura de produção, constata-se uma composição de 99% de micro e pequenas empresas, entre 2005 e 2015, de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). Assim como nos países latino-americanos, o Brasil também é fortemente dominado pela fabricação de *commodities* e de produtos de baixa intensidade tecnológica. Nos setores de atividades produtivas, dados do Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), no período de 1990 a 2015, registraram uma forte redução de, aproximadamente, 69% no setor primário e, de 92% no secundário, enquanto, no setor terciário o aumento no período foi contínuo, com crescimento mais significativo entre 2005 e 2015, passando de 58% para 74%.

A despeito da inovação, os resultados alcançados pelo país foram modestos. A participação brasileira no depósito mundial de patentes segue ínfima e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) como proporção do produto interno bruto (PIB) tiveram um crescimento muito modesto (0,22 pontos percentuais). De acordo com os dados do Ministério das Ciências, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o dispêndio nacional em (P&D) em relação ao PIB foi de 1,05% em 2000 e aumentou para 1,27% em 2016.

A redução da participação relativa da indústria em favor do setor de serviços nos países em desenvolvimento, que ainda não possuem os níveis de renda per capita elevados para demandarem serviços que exigem o emprego de novas tecnologias, pode levar à criação de trabalhos menos qualificados, diferentemente do que ocorre nos países desenvolvidos. Se isso permite maior geração de empregos adequados ao perfil da população que, de forma geral, apresenta baixa qualificação profissional e baixos níveis de educação, os custos recairão sobre o ritmo de crescimento do país, já que esse setor não apresenta o mesmo dinamismo que o da indústria. Nos países desenvolvidos, com elevada renda per capita e demanda de serviços sofisticados isso não parece ser um problema.

O objetivo deste artigo é esclarecer os principais pontos de discussão na literatura dos efeitos da inovação sobre o emprego, a partir de um entendimento da evolução das formas de organização das empresas e do trabalho. Espera-se contribuir para mapear a controvérsia que cerca o tema: afinal quais as principais conclusões da literatura sobre os efeitos que as mudanças tecnológicas trazem para as transformações das empresas e para a quantidade e a qualidade dos empregos. Interessa também responder à pergunta sobre as diferenças do efeito das inovações de produto e de processo para países com distintos graus de desenvolvimento. Este tema é bastante relevante para a questão do desenvolvimento e inclusão social, por meio de empregos, de forma que se justifica sua resenha para um melhor entendimento das inúmeras controvérsias que surgem nesse debate.

A metodologia utilizada para alcançar este objetivo foi uma revisão bibliográfica sobre o tema que envolve a mudança tecnológica e seus efeitos sobre a organização da



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

produção nas empresas e nas ocupações. Utilizou-se a técnica de análise de referências recursiva, ou seja, partiu-se de algumas referências bibliográficas iniciais, apontadas em discussão sobre “Profissões do Futuro” com especialistas em reuniões do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social, ampliando posteriormente o seu escopo.

Este artigo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. A seção 2 resume as transformações históricas ocorridas nas formas de organização das empresas e das ocupações, com ênfase nas mudanças recentes. A seção 3 descreve a metodologia adotada para elaboração deste trabalho. Na seção 4, estão apresentadas as controvérsias existentes na literatura sobre os efeitos das inovações no emprego. O objetivo dessa seção foi compreender as potencialidades e os desafios das mudanças tecnológicas sobre o emprego, para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Por fim, na última seção, serão feitas as considerações finais do trabalho.

2 Referencial teórico-metodológico: a evolução histórica das formas de organização da produção e do trabalho

A fundamentação do artigo baseia-se nas transformações históricas ocorridas entre 1760 e hoje em função dos efeitos das novas tecnologias de produto e processo sobre as empresas e o emprego. Grosso modo essas transformações podem ser divididas em quatro períodos: artesanato, manufatura, grande indústria e automação. Como fator fundamental a ser compreendido nessa evolução histórica, destacam-se as transformações nas características das empresas e no processo de trabalho associadas à regulamentação e desregulamentação do mercado de trabalho, contemplando a desapropriação dos instrumentos de trabalho até a destruição e reconstrução das habilidades intelectuais do trabalhador, conforme destacado por Valois e Valois (2017, p. 102).

No período artesanal, a produção ainda era realizada na residência das pessoas e contratada pelo capitalista. Os métodos de produção eram intensivos em mão de obra e habilidades manuais e o trabalhador era dono de seu trabalho e responsável pelos métodos a serem empregados na produção. Essa forma de organização ficou conhecida como sistema de produção doméstico ou *putting-out system*, de acordo com Landes (1998, p. 43).

A partir do século XVIII, no período manufatureiro, o significativo processo de evolução da ciência e da tecnologia desencadearam outras inovações e transformaram as formas de produção e de trabalho, substituindo o trabalho artesanal pelo assalariado e com o uso das máquinas. Conforme afirmado por Valois e Valois (2017, p. 115), essa transformação significou uma profunda alteração na vida do trabalhador e na adoção de métodos de produção e organização do trabalho.

A primeira etapa da Revolução industrial (RI) ocorreu no período de 1760 a 1860, na Inglaterra, quando foi descoberta a utilização do carvão como meio de fonte de energia e a partir de então foi desenvolvida a máquina a vapor. Entre os anos de 1860 a 1900, a industrialização se difundiu para outros países e a segunda etapa da RI foi baseada em inovações como o emprego do aço, a utilização da energia elétrica e dos combustíveis derivados do petróleo, a invenção do motor à explosão, da locomotiva a vapor e no desenvolvimento de produtos químicos (OLIVEIRA, 2003, p. 236). Nesse período, Valois e Valois (2017, p. 102) destacam a completa ausência de conhecimento



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

dos trabalhadores nas etapas de produção e, ainda, a precipitação das atividades com menos tempo de trabalho em um nível cada vez elevado de produto.

Ao final do século XIX (1870), houve uma revolução no mundo do trabalho e nas relações do homem com o trabalho. A indústria moderna do século XX, que visava reduzir desperdícios e elevar a produtividade, aumentou e generalizou as substituições dos métodos artesanais, empíricos e rudimentares dos processos de produção por métodos científicos. Desse modo, ainda de acordo com Valois e Valois (2017, p. 105), a técnica introduzida por Frederick Taylor foi caracterizada pela completa separação da concepção e execução das tarefas do trabalho físico e mental e, além de um modelo paradigmático de reestruturação produtiva, ficou mundialmente conhecido como Organização Racional do Trabalho (ORT).

Segundo Coriat (1994) e Harvey (2012), a partir de 1913 vigorou esse modelo fordista até meados dos anos 1970. A consolidação deste método ocorreu após a Primeira Guerra Mundial, em um período no qual o regime de acumulação intensiva de capital era alicerçado em ganhos de produtividade. Como uma forma de reestruturação do processo produtivo, o fordismo tentou superar os hiatos do ciclo econômico ao reinventar o modo de produção em massa e de controle gerencial, que era ocupado por uma estrutura de controle vertical e altamente burocratizada. Neste sistema era utilizada a simplificação de tarefas específicas por trabalhador, a partir da padronização de tempo, dos métodos e processos, de maneira uniforme, o que exigia mão de obra com poucas habilidades tradicionais e aumentava significativamente seus ganhos, conforme afirmado por Valois e Valois (2017, p. 107).

Apoiadas nos avanços tecnológicos no campo da microeletrônica, a informática, a robótica, as telecomunicações e a biotecnologia, ocorridos ao longo dos séculos XX e XXI, deram início à terceira RI, também conhecida como Revolução Técnico-Científica Informacional, a partir dos anos 1970. Uma reestruturação das formas de produção, baseada no sistema Toyota, implicou em uma organização horizontal (em oposição àquela vertical fordista) e permitiu respostas a um amplo conjunto de necessidades do mercado (RIFKIN, 2004). Este método consiste na “concepção de um sistema adaptado à produção em séries restritas de produtos diferenciados e variados”, por meio da qual, Coriat (1994) relata que era preciso combinar a produção *just in time* e a ‘ativação’ da produção, sem perder de vista o sistema como um todo.

Isto posto, a produção *just in time* e os novos parâmetros de concorrência, tais como transformações tecnológicas, qualidade, segmentação de mercado e customização na produção trouxeram uma nova lógica ao processo e fizeram com que as economias de escopo se tornassem mais relevantes do que as economias de escala, conforme afirmado por Kon (2006, p. 2) e Castells (1999, p. 176).

A produção no Toyotismo era flexibilizada conforme a demanda e o acesso à melhor tecnologia, que, consequentemente, demandava trabalhadores mais capacitados para operar sistemas de produção cada vez mais complexos e sofisticados. A partir dessas inovações, a microeletrônica se configura como uma rede complexa que influencia desde as transformações de caráter técnico até o sistema cultural e altera a divisão social do trabalho. Esse binômio trabalho-tecnologia foi considerado por Castells (1999, p. 161) como o indutor da “mais nova divisão internacional do trabalho”, que associado à facilidade de acesso às informações, apresenta um novo paradigma tecnoeconômico.



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

A transição em direção a novos sistemas, novos setores, novas formas de provisão de serviços financeiros, novos mercados e, especialmente, taxas altamente intensivas em inovação comercial, tecnológica e organizacional foi viabilizada por tecnologias que conectam os mundos físicos, digital e biológico. Construídos sobre a infraestrutura da revolução digital anterior, caracteriza-se a quarta RI, também denominada por Indústria 4.0 (SIQUEIRA, 2009, p. 4).

As inovações que desenham a indústria 4.0 estão baseadas em “novos processos *digitais*, altamente *integrados* e intensivos em *automação*” (ARBIX, et al., 2017, p. 32). Em torno desses três eixos, ocorrem a interação e a conexão em blocos de tecnologias diversas, com origens e funções distintas. Neste período histórico, Schwab (2016) descreve a ocorrência da automatização através de sistemas ciberfísicos, que promovem a combinação de máquinas com processos digitais, aptos a tomarem decisões descentralizadas e de cooperação - entre eles e com humanos - mediante a internet das coisas e a computação na nuvem.

Como principal característica da Indústria 4.0, conforme destacado por Schwab (2016) e OECD (2017), a forma com que essas inovações refletem na difusão do conhecimento tecnológico e na absorção da força de trabalho, levará a novas transformações com obsolescência de algumas das habilidades e surgimento de outras, e também reflexos na reestruturação ocupacional da economia.

Salama (2017, p. 153), baseado em McKinsey (2013), aponta rupturas tecnológicas com maior probabilidade de impactos sobre o emprego e o crescimento até 2025, a saber: (i) tecnologias da informação (TI) e seus usos (internet móvel, a *nuvem*, a internet das coisas e a automação das profissões do saber); (ii) a nova era da matéria (genética da nova geração, novos materiais); (iii) as máquinas ditas inteligentes (a robótica de ponta, os veículos autônomos, a impressão 3D); e, (iv) os novos enfoques energéticos (estocagem de energia, energias renováveis, os hidrocarbonetos não convencionais).

Frente às essas novas demandas, observa-se um consenso na literatura sobre a qualificação/requalificação como uma condição essencial para o trabalhador se tornar apto a operar essas novas tecnologias, inserir-se e manter-se no mercado de trabalho (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011). Nessa perspectiva, Brynjolfsson e McAfee (2011) e Arbix et al. (2017) destacam como questão primordial o descompasso crescente entre o rápido avanço das tecnologias digitais e a lenta mudança dos seres humanos. Como resultado, milhões de pessoas podem ser deixadas para trás, com rendimentos e empregos destruídos e com pior poder aquisitivo absoluto se comparado ao período anterior ao da revolução digital.

Ademais, Brynjolfsson e McAfee (2011) afirmam que, se, nos séculos XIX e XX, sucessivas ondas de automação eliminaram empregos em alguns setores e ocupações, foram identificadas novas oportunidades, por meio das quais a mão-de-obra poderia aprender as habilidades necessárias para ter sucesso. Milhões de pessoas deixaram a agricultura, mas um número ainda maior encontrou emprego na manufatura e serviços. Contudo, no século XXI, a mudança tecnológica é mais rápida e mais difundida. Sujeitas a um nível contínuo de melhoria, as tecnologias digitais agora realizam tarefas mentais que tinham sido de domínio exclusivo dos humanos no passado, o que traz mais desafios.



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

Diferentemente das mudanças ocorridas em outras etapas tecnológicas, embora as novas tecnologias ainda estejam em formação, os sinais portadores de futuro indicam para “uma nova indústria fortemente poupadora de empregos, ainda que os estudos não sejam taxativamente conclusivos” (ACEMOGLU; RESTREPO, 2016 apud ARBIX et al., 2017, p. 31). Na próxima seção será apresentada a metodologia adotada neste trabalho para desenvolver a seção 4, na qual serão discutidos os efeitos das inovações sobre o emprego nesta etapa da manufatura automatizada, sob os argumentos de diferentes autores.

3. Metodologia

Este artigo tem como principal objetivo elucidar os principais pontos de discussão da literatura sobre os efeitos da inovação no emprego, a partir de um entendimento da evolução das formas de organização das empresas e do trabalho e, também responder à pergunta sobre as diferenças do efeito das inovações de produto e de processo para países com distintos graus de desenvolvimento.

A metodologia utilizada para alcançar este objetivo foi uma revisão bibliográfica sobre o tema que envolve a mudança tecnológica e seus efeitos sobre a organização da produção nas empresas e nas ocupações. Utilizou-se a técnica de análise de referências recursiva, ou seja, partiu-se de algumas referências bibliográficas iniciais, ampliado posteriormente o seu escopo como descrito a seguir.

O primeiro bloco de textos foi apontado em discussão sobre as profissões do futuro em reuniões com especialistas do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (CDES), realizadas em 24 de abril e 15 de maio de 2018. Essas reuniões tiveram a finalidade de propor iniciativas que visassem atender às mudanças do mercado de trabalho, seus impactos sobre atuais e novas ocupações, e sobre as relações de trabalho, a partir das transformações acarretadas pela revolução digital. Como subsídio inicial para os grupos de trabalho da referida reunião, foram sugeridos os textos elencados no Quadro 1.

Quadro 1: Textos selecionados como subsídio para os grupos de trabalho CDES

Títulos	Autoria
<i>The Future of Jobs : Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution</i>	<i>World Economic Forum (WEF), 2016a.</i>
<i>Science, Technology and Innovation in the digital economy: the state of the art in Latin America and the Caribbean</i>	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2016.
<i>Digital Economy Outlook 2017</i>	<i>Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2017a.</i>
<i>Digital Transformation of Industries: Digital Enterprise</i>	<i>World Economic Forum (WEF), 2016b.</i>
<i>Future of Work and Skills</i>	<i>Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2017b.</i>
<i>Industry 4.0: Opportunities and Challenges of the New Industrial Revolution for Developing Countries and Economies in Transition</i>	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), 2018.
<i>The Jobs of Tomorrow: Technology, Productivity, and Prosperity in Latin America and the Caribbean</i>	DUTZ; ALMEIDA; PACKARD, 2018.

Fonte: Elaboração própria



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

No Quadro 1 estão descritas as referências recomendadas sobre o tema “Profissões do Futuro”. Todas elas analisam a problemática das transformações atuais sobre as empresas, ocupações e sociedade. A ênfase de algumas é sobre habilidades e estratégias necessárias à força de trabalho na 4ª Revolução industrial para que o desenvolvimento possa ser sustentável (WEF, 2016; CEPAL, 2016; DUTZ; ALMEIDA; PACKARD, 2018), sendo que as duas últimas são relativas à América Latina. Em outras, o intuito é fornecer uma visão holística de tendências convergentes, desenvolvimentos de políticas e de dados, observando os lados da oferta e da demanda da economia digital, e ilustrar como a transformação digital está afetando economias, sociedades e a oferta de trabalho (OECD, 2017a; OECD, 2017b; WEF, 2017; UNIDO, 2018).

A partir destas referências, foram selecionados novos textos nas indicações bibliográficas dessas obras. O Quadro 2 resume o novo conjunto de referências, composto de seis artigos. São artigos mais antigos que serviram de referência para os anteriores e basicamente debatem sobre as transformações que estão ocorrendo no mercado de trabalho e seus impactos sobre as relações de trabalho, a partir das transformações ocasionadas pelas inovações.

Quadro 2: Referências selecionadas a partir dos textos recomendados no CDES

Título	Autoria
<i>Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy</i>	BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011.
<i>The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?</i>	FREY; OSBORNE, 2013.
<i>The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment</i>	ACEMOGLU; RESTREPO, 2016.
<i>The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis</i>	ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016
<i>The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies</i>	BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2016
<i>The Fourth Industrial Revolution</i>	SCHWAB, 2016.

Fonte: Elaboração própria

As 19 referências resumidas no Quadro 3 são referências clássicas sobre o tema e que alargam o seu conhecimento, fazendo uma imersão histórica acerca da evolução dos modelos de produção e de trabalho (CORIAT, 1994; LANDES, 1998; CASTELLS, 1999; OLIVEIRA, 2003; RIFKIN, 2004; KON, 2006; HARVEY, 2012; VALOIS; VALOIS, 2017; SIQUEIRA, 2018). As demais referências mencionadas no Quadro 3 procuram compreender o debate sobre os efeitos das inovações sobre o emprego, nesta nova etapa da Revolução Industrial (BOGLIACINO, et al., 2009; FIORAVANTE, 2011; PETERS, 2014; ARBIX, et al., 2017; SALAMA, 2017; GARCIA; JAUMANDREU;



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

RODRIGUEZ, 2018; HARRISON, et al., 2014; MARQUES, 2018; MINEIRO, 2018; RICHER, 2018).

Quadro 3: Referências pesquisadas em sites de buscas

Título	Autoria
Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização	CORIAT, 1994.
<i>The wealth and poverty of nations: why some are so rich and some so poor</i>	LANDES, 1998.
A sociedade em rede - A era da informação: economia, sociedade e cultura	CASTELLS, 1999.
Processo de industrialização do capitalismo originário ao atrasado	OLIVEIRA, 2003.
O Fim dos empregos: o contínuo crescimento do desemprego em todo o mundo	RIFKIN, 2004.
Mudanças recentes no perfil da distribuição ocupacional da população brasileira	KON, 2006.
<i>Innovation and Development: The Evidence From Innovation Surveys</i>	BOGLIACINO, et al., 2009.
Efeitos da Inovação Tecnológica sobre o Emprego	FIORAVANTE, 2011.
Condição Pós-Moderna	HARVEY, 2012.
Efeitos no Emprego de Diferentes Atividades de Inovação: Evidência Microeconómétrica	PETERS, 2014.
O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos	ARBIX, et al., 2017.
Novas tecnologias, uma revolução em curso, os efeitos sobre o emprego e os salários	SALAMA, 2017.
Evolução histórica dos modelos de produção e seus reflexos sobre a desregulamentação do trabalho no Brasil: algumas considerações	VALOIS; VALOIS, 2017.
<i>Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms</i>	GARCIA; JAUMANDREU; RODRIGUEZ, 2018.
<i>Does innovation stimulate employment?: A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries</i>	HARRISON, et al., 2014.
Black Mirror ou paraíso: para onde nos levam as novas tecnologias	MARQUES, 2018.
Trabalho e sociedade em um novo mundo digital	MINEIRO, 2018.
Como iremos trabalhar amanhã?	RICHER, 2018.
A globalização sob a ótica da acumulação flexível	SIQUEIRA, 2018.

Fonte: Elaboração própria

Finalmente, por ocasião da apresentação de trabalho no I Rio PhD Forum on Complexity Economics and Economics of Innovation⁵, mediante sugestões dos professores Fiona Tregenna (University of Johannesburg), David Kupfer (IE/UFRJ) e Marília Basset Marcato (IE/UFRJ) foram inseridos os cinco textos expostos no Quadro 4. Esses artigos tratam do fenômeno nos países em desenvolvimento, especialmente, Taiwan, Costa Rica, Bangladesh, Paquistão, África e na América Latina. A recomendação para essa inclusão foi especificamente para considerar as especificidades

⁵ O I Rio PhD Forum on Complexity Economics and Economics of Innovation foi realizado pelo Instituto de Economia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em Fevereiro de 2019. O trabalho apresentado foi “Effects of Innovation on Employment: Potentialities and Challenges”, (MÉRIDA; HASENCLEVER; CARVALHO, 2019).



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

dos países em desenvolvimento, ainda que esta temática já estivesse incluída entre os textos no Quadro 1.

Quadro 4: Referências sobre esta temática nos países em desenvolvimento

Título	Autoria
<i>Developing employment effects of innovations: microeconometric evidence from Taiwan.</i>	YANG; LIN, 2008.
<i>Innovation and Employment Growth in Costa Rica: A Firm-level Analysis</i>	MONGE-GOONZALES, 2011.
<i>Employment Effect of innovation: Microdata Evidence from Bangladesh and Pakistan</i>	WAHEED, 2012.
<i>Effects of innovation on employment in Latin America</i>	CRESPI; TACSIR, 2013.
<i>Innovation and employment growth: evidence from manufacturing firms in Africa</i>	OKUMU; BBAALE; GULOBA, 2019.

Fonte: Elaboração própria

Após a seleção bibliográfica de 27 artigos, eles foram lidos e resenhados. Seguidamente, dividiu-se a seleção bibliográfica em dois grandes temas. O primeiro consistiu na organização fundamentação histórica e teórica sobre o tema “efeitos das inovações sobre o emprego” e resume as transformações históricas ocorridas nas formas de organização das empresas e das ocupações, com ênfase nas mudanças recentes, resenhada na seção dois. O segundo tema da resenha constituiu-se no debate que vários autores trazem acerca dos efeitos das inovações sobre o emprego, que será tratado na próxima seção.

4 Resultados da resenha da literatura: o debate acerca dos efeitos das inovações sobre o emprego

O debate sobre os temas inovação e emprego acontece desde a primeira Revolução Industrial. Posteriormente, John Maynard Keynes já apontava para a relevância do desemprego em sua citação: “*due to our discovery of means of economising the use of labour outrunning the pace at which we can find new uses for labour*” (KEYNES, 1933, p. 3 apud FREY; OSBORN, 2013, p. 2). No entanto, as mudanças tecnológicas iniciadas nos anos 1970 e a onda de inovações disruptivas intensificaram novamente a discussão.

De fato, o desenvolvimento tecnológico, associado ao processo de globalização econômica, desde a década de 1970 trouxe uma ressignificação para este debate. A microeletrônica iniciou um processo de sucessivas alterações dos paradigmas tecnológicos e propiciou sistemas mais flexíveis e integralizados de produção. Em conjunto, essas mudanças trouxeram alterações na esfera produtiva e delinearam novas formas de organização da produção e de competição entre empresas e sistemas econômicos, evidenciando mudanças na natureza do trabalho OECD (2017, p. 2); SALAMA (2017, p. 151).

Entre as principais mudanças estão a quantidade e a qualidade de empregos disponíveis, frente à velocidade das inovações. Os reflexos líquidos das inovações sobre os empregos serão tratadas nesta seção, assim como seus aspectos qualitativos, sob a



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

ótica de diferentes autores que estudam este tema em países de economias avançadas e em países em desenvolvimento.

4.1 Reflexos líquidos sobre os empregos

Ao longo do tempo, a natureza e o panorama das inovações mudaram. Ocupações como caixas, carteiros, caixas de banco, operadores de máquinas, pedreiros de cimento e costureiros, sofreram acelerada redução em sua demanda, ao longo das décadas de 1980, 1990 e 2000. Por outro lado, o trabalho não-rotineiro, tanto o cognitivo quanto o manual, como por exemplo, análise financeira e cabelereiro, respectivamente, aumentaram nessas três décadas, conforme destacado por Brynjolfsson e McAfee (2016, p. 124).

De acordo com o relatório de 2017 da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2017, p. 2), postos de trabalho que abrangem tarefas rotineiras apresentam maiores chances de serem automatizados e suprimidos, em face da possibilidade de suas tarefas serem realizadas por máquinas. No entanto, o relatório também registra o aumento de novas ocupações que envolvem tarefas cognitivas e empregos manuais de baixos salários. Autor; Kearney e Katz (2006) destacam que esse distanciamento de tarefas entre o trabalho rotineiro e não-rotineiro, resulta em uma polarização do trabalho, em detrimento dos empregos de renda média.

Frey e Osborne (2013) e Arbix et al. (2017) evidenciam que avanços nos campos da Robótica e da *Machine Learning* como estatísticas computacionais, mineração de dados e inteligência artificial permitem automatizar tarefas cognitivas e, por isso, se diferenciam dos avanços tecnológicos nas etapas anteriores à Indústria 4.0. Entretanto, outras tarefas que não estão definidas por algoritmos, tais como a persuasão, negociação e cuidados de outras pessoas, ainda estão isentas da ameaça das inovações. Segundo Arntz, Gregory e Zierahn (2016, p. 9), no longo prazo, essas tarefas permanecerão, genuinamente sob o domínio humano.

Este cenário no qual os trabalhadores são substituídos por tecnologia, mas existem outras oportunidades de trabalho na economia é denominado por desemprego friccional, de acordo com Susskind e Susskind (2015). A grande questão, porém, é que os trabalhadores que estão sendo substituídos não possuem as habilidades necessárias para se recolocarem imediatamente em outros tipos de trabalho. Assim, uma questão primordial nesta nova etapa da RI é a qualificação contínua dos trabalhadores, pois os trabalhadores aptos a atenderem a demanda por mão de obra serão aqueles que tiverem maior grau de escolaridade e instrução, com efeitos previsíveis sobre a estrutura salarial (OECD, 2017, p. 2).

Nessa perspectiva, Richer (2018, p. 16) e Arntz, Gregory e Zierahn (2016, p. 21) trazem ao debate a relação de complementaridade entre a máquina e o homem. Ao passo que os trabalhadores estiverem aptos a trabalhar com as máquinas, a relação de substituição passará para uma relação de complementaridade. Richer (2018, p. 16) afirma que estamos na era dos “cobôs”, ou seja, “robôs que trabalham conosco”. Esse autor declara que as inovações enriquecem o trabalho humano e os alia de sacrifícios, pois “a robótica sai de seu universo restrito, caracterizado pelos quatro D (*dull, dirty, dumb, dangerous*), que qualificavam as tarefas tediosas, sujas, estúpidas e perigosas, para se insinuar no nosso cotidiano”.



IV ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento

10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

A tecnologia, conforme destacado por Brynjolfsson e Mcafee (2016, p. 123), além de influenciar na quantidade de postos de trabalho disponível, frente a diferenças de capital humano, também está mudando a forma como renda é dividida entre os dois insumos clássicos para a produção que são os donos do capital físico e do trabalho. Em concordância, Susskind e Susskind (2015) relatam que há uma elite de pessoas altamente qualificadas em determinada área e outro grupo imenso de pessoas que não estão preparadas para esta nova sociedade. De acordo com os dados do “Dream Horders”, apresentados por Richard Reeves/Brooking Institution apud Susskind e Susskind (2015), entre 1979 e 2013, um pequeno grupo de pessoas altamente qualificadas viram seus salários aumentarem muito, enquanto, os salários médios ficaram estagnados.

Arbix, et al. (2017) relatam que, certamente, a quarta RI afetará inúmeras áreas de diferentes formas ao redor do mundo. Pois, esses autores acreditam que as novas tecnologias impulsionarão a eficiência, os negócios, os salários e a geração de riqueza nos países desenvolvidos e, devido à integração global, de certa forma refletirá sobre os países em desenvolvimento. No entanto, registram o *gap* entre os países de economias avançadas e os países em desenvolvimento, no que tange à experiência acumulada com as políticas de inovação, e, marcam a importância dessas diferenças nos reflexos líquidos sobre os empregos.

4.2 Países desenvolvidos e países em desenvolvimento

Baseados em Abramovitz (1986), Lall (1992), Freeman e Louçã (2001), Perez (2002) e Nelson (2006), Bogliacino, et al. (2009, p. 16) destacam diferenças nos padrões de inovação dos países desenvolvidos daqueles que estão na fronteira tecnológica. Os primeiros estão marcados pela forte presença de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e por uma infraestrutura de ciência e tecnologia mais robusta. Já nos países em desenvolvimento, observa-se a presença de maior aquisição de maquinaria nova e imitação de produtos e processos concebidos nos países avançados. Esses autores evidenciam, ainda, como principal obstáculo à inovação nos países em desenvolvimento, o seu custo econômico e a falta de financiamento.

Garcia, Jumandreu e Rodriguez (2004); Frey e Osborne (2013), Harrison, et al. (2014); Peters (2018), em seus estudos referentes a esta temática nos países de economia avançada, enfatizam que à medida que a tecnologia avança, o aumento da produtividade leva à expansão do emprego e faz com que os trabalhadores sejam realocados em tarefas que não são suscetíveis à informatização. As inovações em processo tendem a reduzir o número de trabalhadores necessários, no curto prazo. Contudo, na medida em que os ganhos de produtividade são repassados aos preços e os consumidores reagem à redução de preços, no longo prazo, o trabalho pode aumentar. Além disso, a alteração na demanda poderá ser reforçada pelas inovações de produto das empresas, o que explica os efeitos compensatórios.

Waheed (2012, p. 25); Yang e Lin (2007, p. 24); Okumu; Bbaale e Guloba (2019, p. 22) e Monge-González et al. (2011, p. 53), analisando o referido países em desenvolvimento como Bangladesh e Paquistão, Taiwan, África e Costa Rica, respectivamente, concluíram que as inovações de produto e de processo estão positivamente relacionadas com o crescimento do emprego nesses países e, ainda,



IV ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento

10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

apontaram para a complementaridade entre o tamanho da empresa e as atividades de P&D.

Considerando os países latino-americanos, especialmente Argentina, Chile, Costa Rica e Uruguai, Crespi e Tacsir (2013, p. 3), ressaltam duas características estruturais comuns. A primeira é a estrutura da produção fortemente dominada por pequenas e médias empresas (PMEs) e, neste caso, registram a grande diferença entre as inovações em processo nas PMEs e nas grandes empresas. A segunda característica é a estrutura de produção nesses países, que é fortemente dominada pela fabricação de *commodities* e bens de baixa intensidade tecnológica. De acordo com esses autores, a inovação de processo é responsável por uma pequena parcela das mudanças observadas no emprego, induzindo pequenos efeitos de deslocamento. Todavia, constataram que as inovações de produtos são uma importante fonte de crescimento do emprego em nível de empresa.

Apesar das diferenças entre os referidos países em desenvolvimento, uma característica relevante observada em é a forte redução no nível de educação e na renda dos trabalhadores. E são, justamente, os indivíduos de baixa qualificação e de baixa renda que enfrentam um alto risco de serem automatizáveis, conforme citado por Arntz, Gregory e Zierahn (2016, p. 19). No Brasil, a literatura sobre esta temática é restrita. Porém, a redução de postos de trabalho, mediante inovações em processo e a criação de novos empregos com demanda de novas habilidades também está entre os resultados descritos por Mattoso (2000); Sachuck, et al. (2008) e Fioravante (2011). Carvalho (2010); Fioravante (2011) e Salama (2017) salientam, ainda, a baixa qualificação dos trabalhadores brasileiros e a importância de se refletir sobre as distintas características das economias e sociedades em um “mundo em desenvolvimento” que evolui rapidamente.

Segundo Arbix, et al. (2017), o Brasil pode ser beneficiado devido ao seu ‘atraso’ em termo de tecnologia, de robótica, de automação das empresas e, para o não correr o risco de ficar à margem deste processo, começaram a tomar corpo no Brasil uma série de iniciativas tanto públicas quanto privadas. Entretanto, a tendência é que os resultados só comecem a surgir no médio e no longo prazo. Frente ao descompasso entre rápido avanço das tecnologias digitais e a lenta mudança do governo, das organizações e dos seres humanos, os efeitos das inovações sobre o emprego podem ser perversos, uma vez que as empresas brasileiras ainda estão longe da adoção intensiva das inovações essenciais para sustentação da manufatura avançada.

4.3 Aspectos qualitativos dos postos de trabalho

As estruturas produtivas e organizacionais brasileiras vêm sofrendo constante transformação, manifestada na redução da participação relativa da indústria em favor do setor de serviços. Mediante a expansão capitalista informal de atividades muito pequenas e dispersas geograficamente, novos espaços são criados no âmbito da produção de serviços às empresas e pessoais, e também da comercialização, reparação e outras. Segundo Kon (2006, p. 256), essas alterações provocam desequilíbrios no mercado de trabalho.

No contexto microeconômico da realidade brasileira, Kon (2006, p.123) afirma que o processo de terceirização está sobressaindo dentre as empresas capitalistas, na condução de novas formas de inter-relações entre os mercados formal e informal, dentro



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

e fora das cadeias produtivas. Nesses espaços, a empresa capitalista formal tende a se articular mais com a pequena produção, via subcontratação.

Segundo Salama (2017, p. 157), os empregos criados indiretamente no setor de serviços, devido ao emprego de um assalariado qualificado da indústria manufatureira, seriam superiores nos países desenvolvidos, em face das camadas “superiores” da população consumir mais em serviço, o que geraria mais empregos. Logo, um multiplicador de empregos mais elevado apresenta a possibilidade de aumentar a demanda interna e, consequentemente, a automação pode ser uma oportunidade para dinamizar o crescimento via demanda interna constante.

Todavia, Paul Samuelson, em seu Premio Nobel, já demonstrara que a terceirização não necessariamente aumenta o bem-estar de todos os trabalhadores, assim como o progresso tecnológico não é uma corrente crescente que imediatamente aumenta renda. Segundo Samuelson, mesmo diante do aumento global da riqueza, de forma geral, haverá vencedores e perdedores e, desta forma, se os salários puderem se ajustar livremente, os perdedores manterão seus empregos em troca de aceitar salários cada vez menores como compensação do desenvolvimento tecnológico (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011, p. 26).

Nesse contexto, a participação da indústria é destacada como condição primordial na formação do Produto Interno Bruto (PIB) e para o dinamismo dos sistemas de inovação e desenvolvimento tecnológico (ARBIX, et al., 2017). Entretanto, os resultados empíricos apontam para as constatações iniciais de que a dispersão dos níveis de produtividade brasileiros está muito elevada no setor industrial e, a reestruturação ocupacional está relacionada a taxas relativamente mais elevadas de crescimento de trabalhadores no setor de serviços.

Baseada nos dados da Pnad/IBGE, Kon (2006, p. 256) destaca que, desde os últimos anos da década de 1990, a população brasileira ocupada nos setores Primário e Secundário vem decrescendo anualmente, chegando a 13,5% e 11,8%, respectivamente, em 2015, com elevada transferência de trabalhadores para o setor Terciário, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – População ocupada segundo setores de atividades Brasil – 1990-2015

Setores	1990	1999	2005	2015
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Primário	22,8	24,2	20,6	13,5
Secundário	22,7	19,8	21,4	11,8
Terciário	54,5	56,0	58,1	74,7

Fonte: IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD.

Baseado em Kon (2006) e atualizado pela autora.

Para o ano de 2005 houve uma recuperação da população ocupada no setor secundário para 21,4%, em detrimento de trabalhadores no setor primário que reduziu para 20,6%. Nesse ano, parte da mão de obra não incorporada ao segundo setor foi absorvida pelo terceiro setor, chegando a uma participação acima de 58% KON (2006, p.



IV ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento

10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

256). Desta forma, como pode ser observado na Tabela 1, o aumento da população ocupada no setor terciário foi contínuo, no período de 1990 a 2015. Essa continuidade de crescimento da população ocupada no setor Terciário ocorreu devido à possibilidade de absorção de mão de obra que não encontraram oportunidades nos demais setores.

Nesse âmbito, os arranjos flexíveis de regimes e contratos de trabalho evidenciados pela vulnerabilidade prejudicam o desenvolvimento de laços duradouros do indivíduo com o trabalho e com o ambiente de trabalho. Por conseguinte, Marques (2018) ressalta as características qualitativas do mercado de trabalho, tendo em vista dilemas como aumento da intensidade do trabalho, perda de qualificação de parte dos trabalhadores e redução do número de trabalhadores empregados.

Em momentos anteriores ao progresso tecnológico, foram estruturadas regulamentações visando assegurar o emprego, em direção ao equilíbrio entre menor demanda por trabalho, menores jornadas de trabalho e redução da vida laboral. No entanto, segundo Mineiro (2018), como o processo de inovações é conduzido pelas empresas, o seu efeito imediato se traduz na ampliação da subordinação dos trabalhadores, potencialmente acelerado pelos instrumentos de flexibilização das relações de trabalho. Desta forma, no curto prazo, as sequelas apresentam-se maiores do que possibilidades de novos empregos, devido à redução dos ciclos de introdução de novas tecnologias nas últimas décadas.

Coad et al. (2018), baseados em Binder & Witt (2011); Mulgan (2016) e (Dahl, 2011) destacam a incerteza inerente à inovação. Consequências perversas podem operar em escala social ou global, desigualdade econômica, desemprego tecnológico e polarização de habilidades, ou em escala mais pessoal, como no caso da chamada hipercompetição levando ao estresse do empregado. Alguns efeitos perversos parecem mais específicos às novas tecnologias e à forma como a economia (e as sociedades) foi transformada.

De acordo com Acemoglu e Restrepo (2016), a inovação e sua natureza transformadora trazem possibilidades positivas para o alcance do desenvolvimento em patamares superiores, mas também custos imprevisíveis à sociedade e consequências perversas em relação às empresas e a qualificação das novas ocupações, que precisam ser consideradas e planejadas pelo Estado para que seja minorado seu ônus sobre os empregos e a inclusão social.

5 Considerações Finais

Este estudo visou contribuir para mapear a controvérsia que cerca as principais conclusões da literatura sobre os efeitos que as mudanças tecnológicas trazem na organização das empresas e do trabalho no século XXI. De fato, a literatura econômica consultada mostra que os resultados são ambíguos. Se por um lado, as inovações tecnológicas permitem o aperfeiçoamento dos processos produtivos, assim como a geração de empregos novos e mais produtivos. Por outro, postos de trabalho são suprimidos e as novas ocupações exigem outras capacitações.

Os resultados empíricos dos estudos resenhados diferenciam os países em desenvolvimento dos países de economia avançada no que tange à experiência acumulada com as políticas de inovação. Há, ainda, constatações iniciais de que a dispersão dos níveis de produtividade, no Brasil, já está muito elevada no setor industrial



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

e, a reestruturação ocupacional está relacionada a taxas relativamente mais elevadas de crescimento de trabalhadores no setor de serviços. Desde os últimos anos da década de 1990, a população brasileira ocupada nos setores Primário e Secundário vem decrescendo anualmente, com elevada transferência de trabalhadores para o setor Terciário. Por sua vez, a distribuição de trabalhadores em ocupações específicas no país também veio sofrendo mudanças consideráveis nesse período.

A contínua alteração da estrutura setorial da produção, revelada na redução da participação relativa da indústria em favor do setor de serviços se exacerbou a partir do final do século 20, com baixo crescimento econômico. Nesse processo, os arranjos flexíveis de regimes e contratos de trabalho evidenciados pela vulnerabilidade, prejudicam o desenvolvimento de laços duradouros do indivíduo com o trabalho e com o ambiente de trabalho. Por conseguinte, tornam-se relevantes ainda as características qualitativas do mercado de trabalho, tendo em vista problemas como aumento da intensidade do trabalho, perda de qualificação de parte dos trabalhadores e redução do número de trabalhadores empregados.

Parece que o desafio imediato é o desemprego maciço causado pela automação, se a maior demanda será pelos trabalhadores com maior qualificação e formação superior, os custos recairão sobre os trabalhadores com baixa qualificação, sobretudo, aqueles que realizam tarefas rotineiras e com maior chance de serem automatizadas, reforçando a tendência a novos aumentos na desigualdade. Com essas transformações, a revolução digital apela a uma reflexão renovada sobre o que se tornará o mundo do trabalho.

A difusão das novas tecnologias no mundo é mais rápida que no passado e também mais desigual entre as nações e no interior de cada uma, o que acentua o atraso em relação aos países de economia avançada. Determinadas empresas têm maior capacidade na adoção de novas tecnologias, outras as reprimem ou, ainda, se mostram incapazes de adotá-la no tempo adequado. Como a revolução digital determina maior mobilidade ao longo dos anos de trabalho, se não houver uma formação sólida ao longo da vida laboral a menor mobilidade daí resultante se traduzirá por um divórcio crescente entre a demanda e a oferta de trabalho e, portanto, por um aumento do desemprego estrutural. Mediante o aumento da dispersão dos níveis de produtividade, os efeitos sociais do uso das novas tecnologias serão sociedades cada vez menos inclusivas. Assim, a inovação e sua natureza transformadora trazem possibilidades positivas para o alcance do desenvolvimento em patamares superiores, mas também custos imprevisíveis à sociedade e consequências perversas em relação às empresas e qualificação das novas ocupações que precisam ser consideradas e planejadas pelo Estado para serem aproveitadas sem o ônus negativo sobre os empregos e a inclusão social. A gravidade dos aspectos negativos parece ser maior nos países em desenvolvimento.

Referências

ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. “**The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment**”. NBER Working Paper Series, n.22.252, maio 2016. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w22252>>. Acesso em: 05 nov. 2018.



IV ENEI
**Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação**
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

ARBIX, Glauco et al. **O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos.** Novos estudos. CEBRAP, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, Nov 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 nov. 2018.

ARNTZ, Melanie; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich. **The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis**, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, 2016. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>. Disponível em: <<http://www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

AUTOR, David H. KEARNEY, Melissa, S. KATZ, Lawrence, F. **The Polarization of the U.S. Labor Market**. Working Paper Series, n.11986, jan. 2006. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w11986>>. Acesso em: 09 out. 2018.

BOGLIACINO, Francesco, et al. **Innovation and Development: The Evidence From Innovation Surveys**. Milão, Bocconi University, 2009.

BRYNJOLFSSON, Erik ; MCAFEE, Andrew Paul. **Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy**, 2011. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w22252>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

BRYNJOLFSSON, Erik ; MCAFEE, Andrew Paul. **The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**, 2016. Norton. 281 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312922/mod_resource/content/2/Erik%20-%20The%20Second%20Machine%20Age.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2019.

CAMPOS, Daniel Augusto Coração de. **Sistemas de inovação e países em desenvolvimento**. 2015. 49 f. Monografia - Curso de Faculdade de Ciências e Letras, Departamento de Economia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015. Cap. 1.

CARVALHO, Agenor Manoel de. **O impacto da tecnologia no mercado de trabalho e as mudanças no ambiente de produção**. Evidência, Araxá, n. 6, p.153-172, 2010.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede - A era da informação: economia, sociedade e cultura**- vol.1- trad. de Roneide Venâncio Majer. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CEPAL, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. **Science, Technology and Innovation in the digital economy: the state of the art in Latin America and the**



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

Caribbean. Chile, 2016. 96 p. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40840/1/S1600832_en.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2018.

COAD, Alex, et al. **The dark side of innovation.** Special Issue Call for Papers Industry and Innovation (2018). Disponível em: <<http://explore.tandfonline.com/cfp/bes/ciai-si-dark-side-of-innovation>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização.** Tradução de Emerson S. da Silva. Rio de Janeiro: Revan: UFRJ, 1994. 212 p.

CRESPI, Gustavo; TACSIR Ezequiel. **Effects of innovation on employment in Latin America.** Tech. Rep. 2013-001, UNU-Merit Working Paper Series. Disponível em: <<https://econpapers.repec.org/paper/unmunumer/2013001.htm>> Acesso em: 20 fev. 2019.

DUTZ, Mark A.; ALMEIDA, Rita K.; PACKARD, Truman G.. **The Jobs of Tomorrow: Technology, Productivity, and Prosperity in Latin America and the Caribbean.** Washington: The World Bank Group, 2018. 97 p. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/242731523253230513/pdf/125044-PUB-P159108-PUBLIC-Disclose-April-11-6-4-2018-11-49-51-FullReport.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

EUROPEAN COMMISSION. **Oslo Manual: The measurement of scientific and technological activities**, 2006. In: Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponível em: <<http://www.oecd.org/science/inno/2367580.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2018.

FIORAVANTE, Dea Guerra. **Efeitos da Inovação Tecnológica sobre o Emprego.** In: BRASÍLIA. COELHO, Danilo; GUSSO, Divonzir. (Org.) Impactos tecnológicos sobre a demanda por trabalho no Brasil. Brasília: Sae/ Ipea, 2011. Cap. 4. p. 104-124.

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation? September 17, 2013. Disponível em: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2018.

GARCIA, Angel; JAUMANDREU, Jordi; RODRIGUEZ, Cesar. Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms. 18. ed. Madrid: Mpra Paper, 2006. 45 p. Disponível em: <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1204/>>. Acesso em: 01 set. 2018.

HARRISON, Rupert et al. **Does innovation stimulate employment?: A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries.** International



IV ENEI
**Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação**
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

Journal Of Industrial Organization, Amsterdam, p.29-43, 16 jun. 2014. Disponível em:<www.elsevier.com/locate/ijio>. Acesso em: 01 set. 2018.

HARVEY, David. **Condição Pós-Moderna**. 22º Edição. São Paulo: Edições Loyola, 2012, 352 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/microdados.shtm>>. Acesso em: jul. 2018.

KON, Anita. **Mudanças recentes no perfil da distribuição ocupacional da população brasileira**. Revista Brasileira de Estudos Populacionais. São Paulo. V. 23, n. 2, p. 247-267, jul./dez. 2006.

LANDES, David S. **The wealth and poverty of nations: why some are so rich and some so poor**. New York: W.W. Norton, 1998. Disponível em: <https://tsu.ge/data/file_db/faculty_humanities/Landes%20-%20The%20Wealth%20and%20the%20Poverty%20of%20Nations.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2018.

MARQUES, Maria. **Black Mirror ou paraíso: para onde nos levam as novas tecnologias**. Jornal dos Economistas. Rio de Janeiro, p. 9-10. abr. 2018.

MATTOSO, Jorge. **Tecnologia e Emprego: uma relação conflituosa**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 8, n. 1, p.2-9, 14 mar. 2000. Trimestral.

MINEIRO, Adhemar S. **Trabalho e sociedade em um novo mundo digital**. Jornal dos Economistas. Rio de Janeiro, p. 5. abr. 2018.

MONGE-GONZÁLEZ, Ricardo; et al. **Innovation and Employment Growth in Costa Rica: A Firm-level Analysis**. IDB Technical Notes IDB-TN-318. Washington, DC: IDB, 2011. Disponível em: http://www.caatec.org/sitio1/images/stories/publicaciones/innovacion_and_1.pdf. Acesso em: 20 fev. 2019.

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development, **Digital Economy Outlook 2017**. Paper presented at the 2nd Meeting of the G20 Employment Working Group. Hanburg, Germany. 15-17 February, 2017a. Disponível em: <https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017_9789264276284-en#page1>. Acesso em: 18 abril. 2018.

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development, **Future of Work and Skills**. Paper presented at the 2nd Meeting of the G20 Employment Working Group. Hanburg, Germany. 15-17 February, 2017b.



IV ENEI
Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

OKUMU, Ibrahim Mike; BBAALE, Edward; GULOBA, Madina Mwagale. **Innovation and employment growth: evidence from manufacturing firms in Africa. Journal Of Innovation And Entrepreneurship**, [s.l.], v. 8, n. 1, 5 mar. 2019. Springer Nature. <Http://dx.doi.org/10.1186/s13731-019-0102-2>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186%2Fs13731-019-0102-2#citeas>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

OLIVEIRA, Carlos Alonso Barbosa de. **Processo de industrialização do capitalismo originário ao atrasado**. São Paulo: Editora UNESP, Campinas. SP: UNICAMP, 2003. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/up000037.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

PETERS, Bettina. **Efeitos no Emprego de Diferentes Atividades de Inovação: Evidência Microeconómética**. ZEW - Centro para o Estudo de Discussão Econômica Européia No. 04-073, 2004. Disponível na SSRN: <https://ssrn.com/abstract=604481> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.604481>. Acesso em: jul. 2018.

RICHER, Martin. **Como iremos trabalhar amanhã? Futuribles em Português**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.9-32, 29 ago. 2018. Disponível em: <<http://www.plataformademocratica.org/publicacoes>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

RIFKIN, Jeremy. **O Fim dos empregos: o contínuo crescimento do desemprego em todo o mundo**. São Paulo: Makron Books, 2004. 340p.

SACHUCK, Maria Iolanda, TAKAHASHI, Ligia Yurie e AUGUSTO, Cleiciele Albuquerque. **Impactos da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho**. CADERNO DE ADMINISTRAÇÃO. v. 16, n.2, p. 57-66, jul/dez. 2008.

SALAMA, Pierre. **Novas tecnologias, uma revolução em curso, os efeitos sobre o emprego e os salários**. Cadernos do Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v. 13, n. 22, pp. 151-179, jan-jun. 2017.

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

SIQUEIRA, Holgorsi Soares Gonçalves. **A globalização sob a ótica da acumulação flexível**. Revista Sociais e Humanas, [S.l.], v. 22, p. 27-40, dez. 2009. ISSN 2317-1758. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/sociaisehumanas/article/view/856>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SUSSKIND, Richard; SUSSKIND, Daniel. **The Future of the professions**. Oxford: Oxford University Press, 2015. 368 p.



IV ENEI
**Encontro Nacional de Economia
Industrial e Inovação**
Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento
10 a 12 de setembro de 2019
Campinas, São Paulo

UNIDO, United Nations Industrial Development Organization. **Industry 4.0: the opportunities behind the challenge**, 2018. 32 p. Disponível em: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/UNIDO_GC17_Industry40.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2018.

VALOIS, Rosane da Silva; VALOIS, Isabela da Silva. **Evolução histórica dos modelos de produção e seus reflexos sobre a desregulamentação do trabalho no Brasil: algumas considerações**. In: PAIVA, Maria Jeanne Gonzaga de et al. **Capitalismo, Trabalho e Política Social - Vol. 2**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda., 2017. Cap. 6. p. 99-117. Disponível em: <<file:///C:/Users/Simone/Downloads/1250.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

WAHEED, Abdul. **Employment Effect of innovation: Microdata Evidence from Bangladesh and Pakistan**. UNU-MERIT Working Paper Series No. 2012-024 Disponível em: <<https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/files/1678635/guid-968f2df2-97b5-4582-a47b-923be0a194fd-ASSET1.0>> Acesso em: 20 fev. 2019.

WEF, The World Economic Forum. **The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution**. Genebra, 2016a. 167 p. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2018.

WEF, The World Economic Forum. **Digital Transformation of Industries: Digital Enterprise**. Genebra, 2016b. 45 p. Disponível em: <<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/digital-enterprise-narrative-final-january-2016.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

YANG, Chih-Hai; LIN, Chun-Hung A. (2008), **Developing employment effects of innovations: microeconometric evidence from Taiwan**. The Developing Economies, Vol. 46, pp. 109-134. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1746-1049.2008.00059.x>>. Acesso em: 20 fev. 2019.