

# A NÁLISE DE PESQUISAS SOBRE O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS MODERNAS E AS TRANSFORMAÇÕES NO MUNDO DO TRABALHO (2013 – 2020)

Recebido: 11/05/2021

Aprovado: 07/08/2021

<sup>1</sup>Joelma de Moura Ferreira

## Resumo

**Objetivo:** Este artigo tem por objetivo organizar o que já foi escrito a respeito das transformações no mundo do trabalho e identificar as principais diferenças entre as pesquisas e as teorias.

**Método:** Foram analisados 145 artigos entre publicações internacionais e nacionais disponíveis nas bases *Crossref*, *DOAJ*, portal de periódicos da Capes e sites de institutos internacionais de pesquisa.

**Originalidade/Relevância:** Na literatura é possível encontrar diversos trabalhos que discutem de forma teórica o processo de automação do emprego. Entretanto, a partir de 2013 começaram a surgir estudos que investigaram o nível dessa automação em face dos avanços da tecnologia moderna, quantificaram o percentual de empregos que desapareceriam nos próximos 20 ou 30 anos e estabeleceram possíveis soluções. Por tratar-se de previsões, os números são divergentes e as teorias ainda não verificadas. É importante revisitar e identificar as principais diferenças entre pesquisas e teorias que tratam do tema proposto.

**Resultados:** O estudo mostra que as previsões indicam que é necessário estabelecer políticas públicas que auxiliem o processo de automação das empresas, apoiem a competitividade, mas também incluam estratégias que salvaguem os profissionais que possam vir a ser negativamente afetados.

**Contribuições teóricas:** O artigo apresenta visões distintas sobre o que acontecerá com o mercado de trabalho no futuro, e uma seleção de referências bibliográficas necessárias para todos aqueles que se interessam pelo tema.

**Palavras-chave:** Tecnologias. Disruptivas. Futuro. Trabalho. Desemprego.

FUTURE STUDIES RESEARCH JOURNAL  
Scientific Editor: Renata Giovino Spers  
Evaluation: Double Blind Review, pelo SEER/OJS  
Review: Preliminary

Doi: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2021.v13i3.593>

<sup>1</sup> Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, (Brasil). E-mail: [jmouraf@gmail.com](mailto:jmouraf@gmail.com) Orcid id: <https://orcid.org/0000-0002-1064-100X>

# T HE IMPACT OF MODERN TECHNOLOGIES AND THE TRANSFORMATION IN THE WORLD OF WORK (2013 – 2020)

## Abstract

**Purpose:** This paper is an attempt to organize the information about transformations on the world of work and identify the main differences between researches and theories.

**Design/methodology/approach:** We analyzed 145 international and national publications available in the databases Crossref, DOAJ, Capes Journal Portal and websites of international research institutes.

**Originality/value:** In the past, several works investigated the the theory of job automation process, and since 2013, some studies tried to quantify the level of the automation in the face of the modern technological change. The studies attempted to quantify the number of jobs that would disappear in the next 20 or 30 years, and indicate possible solutions. Since, they are predictions, the numbers are divergent and the theories have not yet been verified. It is important to revisit some of the ideas and identify the differences between findings and theories that deal with the proposed theme.

**Findings:** The study indicates that the predicts suggest that it is necessary to establish public policies that can help the automation process, support competitiveness, but also include strategies to protect professionals who may be negatively affected.

**Findings:** The article presents different point of views about what will happen to wold of work in the future, and a selection of references necessary for anyone interested in the topic.

**Keywords:** Technology. Disruptive. Future. Workforce. Unemployment.

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo hoje experimenta transformações estimuladas pelo desenvolvimento tecnológico que impactam a vida cotidiana das pessoas. As novas tecnologias disruptivas têm alterado a forma como as pessoas vivem, se relacionam, se organizam e trabalham, o que gera novos padrões sociais e culturais.

Avanços na área da inteligência artificial, aprendizado de máquina, internet das coisas e robótica são hoje facilitadores da vida moderna. Dependendo das características de uma tarefa, os robôs, quando associados a programas inteligentes, são capazes de executá-la mais rapidamente e sem erros do que seria um ser humano.

Do ponto de vista empresarial, pressupõe-se que o ganho de produtividade passa pelo investimento em soluções tecnológicas, e que esse se reverte em produtos ou serviços mais competitivos. Dessa forma, as tecnologias disruptivas impactam empresas e indústrias, que estabelecem novos modelos de negócios que possam torná-las mais eficientes e eficazes.

No entanto, as transformações das companhias criam novas necessidades, perspectivas e dimensões para o mundo do trabalho. As tecnologias modernas têm permitido que as empresas automatizem seus processos de produção, o que pode significar a substituição de mão-de-obra humana por atividades unicamente executadas por máquinas e algoritmos. E, em um cenário como esse, a preocupação é que os avanços tecnológicos venham acompanhados do aumento do desemprego.

Mas, o impacto da automação do trabalho não é um fenômeno atual, John Maynard Keynes (1932) e Wassily Leontief (1952) já previam o “desemprego tecnológico” e a gradual substituição do trabalho humano pelas máquinas. No século XIX, artesões ingleses destruíram máquinas que na visão deles iriam reduzir o número de empregos. Eles ficaram conhecidos como Luditas, termo que hoje representa aquele que tem medo ou se opõe às novas tecnologias. A ligação do desemprego ao uso da tecnologia para aumentar a produtividade é designada pelos economistas como a Falácia Ludita.

Na atualidade, tem se discutido a possibilidade de substituição do trabalho humano pela inteligência artificial. Entretanto, a inteligência artificial não é algo novo, o termo foi cunhado em 1956 por John McCarthy, mas aplicações tangíveis e práticas, principalmente no campo de aprendizado de máquina, só surgiram nos anos 2000, com o crescimento da geração de grandes volumes de dados (*Big Data*) advindos redes sociais, “internet das coisas” e do aumento da capacidade de processamento dos computadores.

Antes da pandemia do coronavírus COVID-19 que assolou o mundo em 2020, alguns acreditavam que a substituição do trabalho humano pelas máquinas era algo exagerado, e se real, muito distante. Kapeliushnikov afirmou:

[...] no longo prazo, a redução da demanda de trabalho sob o impacto das novas tecnologias é apenas uma possibilidade teórica nunca antes realizada na prática [...] um aumento no desemprego tecnológico, mesmo no curto prazo, parece uma perspectiva remota, pois nas próximas décadas o ritmo da mudança tecnológica provavelmente não será rápido o suficiente (Kapeliushnikov, 2019).

O que se vê agora é que a dinâmica do trabalho mudou, o *home office*, *delivery* e *freelance* viraram uma prática comum e obrigatória. Já em 2018, o Fórum Econômico Mundial previa um aumento do trabalho *freelance* (*gig economy*) em mais de 50% da força de trabalho, com a circulação do coronavírus, as empresas tiveram que adaptar seus processos, e o uso de tecnologias se intensificou (Gulbranson, 2018; Zemtsov, 2020).

A utilização prática da inteligência artificial trouxe benefícios para a automação de processos de negócio e produção que antes eram difíceis de serem alcançados. Avanços previstos para um espectro de cinco ou dez anos a frente foram antecipados. Nesse cenário de aceleração tecnológica, existe uma tendência de criação e eliminação das vagas de trabalho o que torna imperativo discutir o que o uso de tecnologias modernas reserva às relações entre empregados, empresas e governos.

Existe uma vasta bibliografia que discute teoricamente o processo de automação do trabalho (Aghio & Howitt, 1994; Bennion, 1943; Blanchard & Katz, 1997; Boianovsky & Trautwein, 2003; Freeman & Clark & Soete, 1982; Goo & Manning, 2007; Katz & Murphy, 1992; Keynes, 1932; Leontief, 1952; Leontief & Duchin, 1986; McGraw, 2007; Neisser, 1942). Em sua essência essas pesquisas apresentam visões e teorias sociológicas sobre o futuro do trabalho. Teorias como a de Freitas (2010) que previu um desemprego crônico a partir da automação, a de Keynes (1932) que visualiza o desemprego em uma fase de transição, mas com uma reestruturação ao longo do tempo ou a de Howitt (1994) que diz que a velocidade de destruição de empregos está condicionada ao ritmo de inovações.

No entanto, na última década, conforme afirmam Acemoglu e Restrepo (2017), uma linha de pesquisa vem investigando o nível de automação real dos empregos existentes hoje em face dos avanços tecnológicos. Nessa linha, diversas organizações publicaram pesquisas com o objetivo de estabelecer padrões que ajudem as pessoas a entender os impactos e prever como será o futuro do trabalho diante do avanço crescente de tecnologias relacionadas à inteligência artificial, internet das coisas e robótica.

Na tentativa de entender a interferência das tecnologias modernas nas relações de trabalho, esse artigo faz um recorte entre 2013 e 2020. O ano de 2013 foi escolhido como base inicial por ter como destaque o trabalho dos pesquisadores da Universidade de Oxford, Frey e Osborne (2013), que utilizaram um modelo matemático que predizia as profissões mais críticas com um risco alto de serem substituídas por máquinas modernas.

No entanto, a literatura da área, de modo geral, apresenta dados divergentes com relação ao percentual de empregos que serão destruídos ou criados nos próximos 30 anos. Este artigo organiza o que já foi escrito a respeito do tema, entre 2013 e 2020, identificando as principais diferenças entre pesquisas e teorias do período. Para tal, uma extensa revisão da literatura foi feita, foram reunidas e debatidas as principais teorias, observações e dados estatísticos estruturados a partir das visões de diversos pesquisadores e instituições.

Este artigo não busca teorizar a discussão sociológica e de economia política sobre os efeitos da tecnologia no trabalho, já existem excelentes fontes que suprem esse aspecto como os trabalhos de Boianovsky e Trautwein (2017), Freitas (2010), Naastepad e Budd (2019). O objetivo principal do artigo é contribuir oferecendo visões distintas sobre o que acontecerá com o mercado de trabalho no futuro, e uma seleção de referências bibliográficas necessárias para todos aqueles que se interessam pelo tema.

O restante do texto foi dividido em sete partes. A seção dois apresenta a metodologia usada na seleção dos artigos analisados. A seção três descreve os principais conceitos e observações sobre o impacto das tecnologias disruptivas no trabalho. A seção quatro apresenta e compara os resultados de uma série de pesquisas relativas ao tema que foram publicadas nos últimos sete anos. Na seção cinco é feita uma análise sobre o posicionamento do Brasil. Na seção seis são discutidos alguns aspectos relativos à necessidade de requalificação profissional e adaptação das instituições de ensino. Por fim, na seção sete são debatidos aspectos relacionados à políticas públicas de inovação e proteção ao trabalho. As considerações finais são apresentadas na seção oito.

## 2 METODOLOGIA

Para organizar esse arcabouço teórico foi realizada uma pesquisa sistemática qualitativa descritiva, com o objetivo de descrever o fenômeno investigado, sem, no entanto, fazer relações causais entre as variáveis, e utilizando dados oriundos de estudos baseados na literatura internacional e nacional conduzida na base de metadados *Crossref*.

Para identificar artigos internacionais relevantes várias combinações de palavras chaves foram feitas o que permitiu encontrar 30 artigos empiricamente relevantes com uma janela de tempo entre 2013 e 2020. As seguintes combinações de palavras chaves foram usadas: *technology AND employment AND work; technology AND future AND work; technological unemployment*. As referências dos 30 artigos também foram analisadas, o que forneceu mais 16 artigos. As referências desses também foram escrutinadas totalizando mais 19 artigos selecionados. É importante destacar, que na busca executada na base *Crossref* foram selecionados artigos dentro das 10 (dez) páginas de busca mais relevantes, tendo sido descartados livros, capítulos de livros e artigos de acesso não aberto. Como cada página de resultado informou 10 (dez) trabalhos por vez, a análise e seleção foi feita com base em 100 (cem) resultados por conjunto de *strings*.

Também foi efetuada uma busca manual nos sites de institutos internacionais como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Organização Internacional do Trabalho (OIT), o Fórum Econômico Mundial (WEF), o Banco Mundial (WB), o *International Institute for Management Development* (IMD), a *World Employment Confederation* (WEC), *International Organisation of Employers* (IOE), o *International Monetary Fund* (IMF), o *Committee for Economic Development of Australia* (CEDA), as agências *McKinsey Global Institute*, Deloitte, PwC e Accenture, sendo selecionados 44 artigos adicionais. No total foram analisados 109 artigos internacionais.

A seleção dos artigos científicos nacionais foi mais complicada devido a escassez de material em português que trate esse tema de forma sistemática. Foram pesquisadas as bases *Crossref* e DOAJ, o portal de periódicos da Capes e também feita uma pesquisa aberta na Internet utilizando a combinação das palavras chaves: trabalho, emprego, tecnologia e futuro, desemprego tecnológico sendo selecionados 36 artigos nacionais.

A busca, seleção e análise dos artigos nas bases de dados e referências cruzadas ocorreram entre fevereiro e setembro de 2019. A lista de artigos selecionados foi complementada com uma repetição da busca em junho de 2020. No total foram analisados 145 artigos entre publicações internacionais e nacionais. Nem todos os artigos foram citados neste texto, somente aqueles considerados de maior relevância, com maior número de citações.

Por ser tratar de uma revisão bibliográfica, este artigo não investiga um problema específico da automação do trabalho que necessite ser analisado o seu estado sob um aspecto teórico particular e do ponto de vistas de outras pesquisas correlatas que venham a contribuir para a elaboração e prova de uma tese.

Diante disso, a seção "Referencial Teórico" foi suprimida e em seu lugar a discussão dos trabalhos de outros autores foi organizada de forma temática, a saber: impacto das tecnologias disruptivas no trabalho; análise das pesquisas relativas ao tema que foram publicadas nos últimos sete anos; análise sobre o posicionamento do Brasil; análise dos aspectos relativos à necessidade de requalificação profissional e adaptação das instituições de ensino.

### **3 DEBATE CONCEITUAL SOBRE O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS NO TRABALHO**

O Fórum Econômico Mundial (WEF, 2018) enumerou um conjunto de 10 (dez) possíveis tendências que podem impactar positivamente os negócios até 2022, entre elas destacam-se seis ligadas à tecnologias disruptivas, a saber: aumento da adoção de novas tecnologias; aumento da disponibilidade de Big Data; avanços na internet móvel; avanços da tecnologia de nuvens; avanços em novas fontes de energia e tecnologias; e avanços na inteligência artificial.

Tais tendências tecnológicas estão alterando a forma como os executivos conduzem seus negócios. O uso de tecnologias como essas pode estabelecer uma nova proposição de valor, em todos os estágios da cadeia produtiva, com a redução de custos, eliminação de desperdícios, economia de energia, redução de erros, aumento da produtividade e consequentemente aumento da qualidade do produto final e competitividade da empresa (Anthes, 2017; CNI, 2016; Rogers, 2016).

No entanto, apesar de todos esses pontos positivos o mercado de trabalho tradicional pode sofrer implicações ainda desconhecidas. Para Brynjolfsson e McAfee (2014), não somente algumas profissões desaparecerão, mas o emprego de forma geral sofrerá um decréscimo em sua quantidade devido a substituição da mão-de-obra humana por máquinas. No entanto, ainda não se sabe quais empregos desaparecerão, quantos novos serão criados, quais as áreas serão mais impactadas, onde as transformações acontecerão mais rapidamente, se as alterações serão isoladas ou se mudanças no trabalho em um local do mundo afetará outros (Anthes, 2017; Jepsen & Drahokoupil, 2017).

Ao longo dos anos diversas visões e teorias sobre o futuro do trabalho foram discutidas por sociólogos, economistas e pesquisadores da área. Freitas (2010) investigou o desemprego tecnológico na visão de David Ricardo (1822) e Karl Marx (1848). Segundo Freitas (2010), “ambos acreditaram que a introdução de novas máquinas poderia causar uma situação de

desemprego crônico durante certo período de tempo [...], mas que poderia ser evitada caso novos investimentos absorvessem a mão-de-obra dispensada”.

Já Boianovsky e Trautwein (2017) investigaram a visão de Schumpeter sobre o fenômeno do desemprego e afirmam que a “noção de que a nova tecnologia não pode ser adotada por empregos existentes e que a introdução de nova tecnologia requer a criação de novos empregos com novos bens de capital está próxima da abordagem de Schumpeter”. É o chamado processo de destruição criativa, que segundo Howitt (1994) citado por Boianovsky e Trautwein (2017), a velocidade de destruição de empregos está condicionada ao ritmo de inovações apresentadas. No entanto, na visão de Schumpeter o desenvolvimento, em sua essência, também cria novos postos de trabalho e que um desemprego permanente causado pela evolução tecnológica não se sustentaria a longo prazo.

John Maynard Keynes também discutiu as transformações do trabalho diante do rápido desenvolvimento tecnológico. Para Keynes (1932) o desemprego causado pelas tecnologias seria mais grave em um momento de transição, mas a reestruturação da produção elevaria simultaneamente o volume de emprego.

Essa é uma visão compartilhada por Brynjolfsson e McAfee (2015), que defendem que no futuro a automação também fará com que a economia gere novos empregos. Essa seria a Teoria da Compensação, que de acordo com Freitas (2010) é compartilhada por economistas como J.B. Say, John S. Mill e Alfred Marshall. Prevê-se que empregos serão criados em áreas técnicas e também aquelas difíceis de serem automatizadas e nas quais os homens são melhores do que as máquinas como: interação social, práticas que requeiram grande mobilidade e atividades que envolvam atendimento. Rivera-Batiz (2018) afirma que, “mesmo quando a inovação substitui algumas tarefas que os humanos realizam atualmente, ela cria tarefas que não existiam antes e são complementares às novas tecnologias”.

Alguns acreditam que gradativamente serão as atividades rotineiras a serem automatizadas e o ser humano ficará responsável por aquelas mais complexas e não rotineiras. Tal fato é explicado porque as tarefas repetitivas serão executadas por máquinas, mas ainda existirão atividades que exigirão habilidades cognitivas (como criatividade, abstração, resolução de problemas complexos não estruturados, originalidade, pensamento crítico, persuasão, negociação, resiliência, flexibilidade, inteligência emocional, liderança e influência social) que só poderão ser executadas por seres humanos (Anthes, 2017).

Autor, Levy e Murnane (2003) dividem o “trabalho” em duas dimensões. A primeira separa trabalhos de aspecto cognitivo daqueles com características mais mecânicas. A segunda dimensão diz respeito a composição do trabalho. O tipo de trabalho que possui regras

predeterminadas é identificado como rotina, já os que não possuem regras claras são identificados como não rotineiros. Atividades rotineiras geralmente são executadas por trabalhadores com um baixo nível escolar. De acordo com a OECD (2016), esses trabalhadores equivalem a 40% da força de trabalho na Europa.

Para Autor, Levy e Murnane (2003) os trabalhos cognitivos não rotineiros serão apenas complementados pela automação, enquanto, os da categoria cognitivas rotineiras serão totalmente substituídos por máquinas. Segundo o Banco Mundial (2016), os postos de trabalho dentro da categoria rotineira já caíram de 50% para 44% no período entre 2000 e 2012. Dados como esse ilustram a principal preocupação de que a força de trabalho de qualificação média e baixa poderia ser a mais atingida em uma eventual onda de desemprego (Gulbrason, 2018; Jepsen & Drahokoupil, 2017).

Isso implica que as pessoas, para se adaptarem a nova realidade, precisarão desenvolver as habilidades de aprendizagem, comunicação bem como conhecimentos de tecnologia. Essa é uma visão que já era discutida na década de 70 pelo sociólogo Daniel Bell (1973). A época ele descrevia uma sociedade pós industrial na qual se destacam o aumento do trabalho técnico e o declínio dos trabalhos qualificados e semiquilificados. Para Bell, nessa nova sociedade “que vem à tona é a ‘tecnologia intelectual’ (baseada em matemática e linguística) que usa algoritmos (regras de decisão), modelos de programação (software) e simulações, na execução da nova ‘alta tecnologia’”.

Um outro sociólogo que também discutiu o impacto da tecnologia no trabalho foi Toffler (1984). Ele acreditava que os avanços tecnológicos viriam acompanhados de mudanças drásticas nas habilidades e personalidade das pessoas requeridas pela economia e na “redução da expectativa de vida de qualquer ocupação”.

Sob esse aspecto, as empresas provavelmente priorizarão a identificação das habilidades que precisam ao invés dos postos de trabalhos livres. Entretanto, segundo Ford (2015) devido a velocidade com que as inovações serão implantadas será impossível para os trabalhadores se atualizarem, o que, na visão dele, gerará um “exército de desempregados”.

Wilson, Daugherty e Morini-Bianzino (2017) complementam a ideia de criação de novas ocupações quando defendem que a inteligência artificial não só gerará empregos, mas os humanos trabalharão em conjunto com as máquinas. Para eles, três novas categorias de empregos baseados em inteligência artificial serão criadas: os treinadores, os explicadores e os sustentadores.

Os treinadores são aqueles que irão treinar os algoritmos de inteligência artificial, não apenas para executar uma atividade corretamente, mas também para aprender e responder conforme o comportamento humano. Por exemplo, elementos como compaixão e empatia são naturais dos seres humanos, mas difíceis de serem incorporados em um algoritmo, é necessário um treinamento adequado que possibilite que as máquinas se aproximem da reação esperada de uma pessoa.

Os explicadores seriam os elos de ligação entre a área técnica e a de negócio. A responsabilidade das pessoas que assumiriam tal posição seria explicar o funcionamento dos algoritmos para outros não técnicos, bem como entender as causas dos pontos de falha no sistema.

Os sustentadores serão os responsáveis por monitorar os sistemas de inteligência artificial. A função deles seria garantir o funcionamento dos sistemas inteligentes e analisar as implicações e a efetividade dos mesmos.

Dessa forma, espera-se que empregos desapareçam e novos sejam criados, no entanto, não existe garantia de que haverá um equilíbrio relativo entre a criação e a destruição de empregos (Brynjolfsson & McAfee, 2014; OECD, 2016).

#### **4 ANÁLISE DAS PESQUISAS (2013-2020) SOBRE O FUTURO DO TRABALHO**

A partir de 2013 começaram a surgir estudos que tentaram quantificar o percentual de empregos que desapareceriam nos próximos 20 ou 30 anos devido o impacto do uso de tecnologias modernas como a inteligência artificial. Parte dessas pesquisas estão ligadas à metodologia utilizada por Frey e Osborne (2013) que analisa as ocupações como um todo (por exemplo, advogado, contador). Uma outra parte dos especialistas argumenta que nem todas as atividades componentes de uma ocupação serão necessariamente automatizadas, nesse caso, é analisado o índice de automação individual das tarefas componentes de uma atividade profissional (Arntz & Gregory & Zierrahn, 2016; Autor & Handel, 2013). Essa categorização influencia o percentual previsto de ocupações que deixarão de existir e é um dos pontos de destaque que será apresentado a seguir.

Entretanto, essa discussão não é atual. Em 1996, Rifikin (1996) afirmou que a utilização de tecnologias faria com que no futuro o trabalho humano fosse cada vez menos necessário. Já em 2005, Gorz complementou essa ideia dizendo que o trabalho que gera produtos mensuráveis, identificado por ele como “trabalho material”, seria mecanizado e o homem ficaria responsável pelo “trabalho imaterial” de curta duração (Gorz, 2005; Rifikin, 1996).

Em 2013, Katz e Margo (2013) investigaram os efeitos históricos entre as qualificações dos trabalhadores nos Estados Unidos e as vagas de novas tecnologias advindas da industrialização. Como resultado eles verificaram, que apesar do desaparecimento dos artesãos, foram necessários trabalhadores mais qualificados para atuarem fora da linha de produção.

Essa também é a visão de Autor e Dorn (2013a), que acreditam que a automação não reduzirá empregos, mas demandará trabalhadores mais qualificados e com grande capacidade analítica, que trabalharão em tarefas não-rotineiras que complementarão as atividades automatizadas pelos computadores. Essas tarefas foram classificadas por eles como “abstratas” e requerem solução de problemas, intuição, persuasão e criatividade”.

Em contraponto a esse tipo de tarefa Autor e Dorn (2013a) argumentam que as tarefas classificadas por eles como “manuais”, mas que requerem adaptabilidade, reconhecimento visual e de linguagem e interação interpessoal provavelmente iriam levar um tempo maior para serem automatizadas. É necessário esclarecer que esse estudo foi divulgado em 2013, nesses quase oito anos de avanços tecnológicos a inteligência artificial no campo de reconhecimento visual e de linguagem evoluiu muito, talvez a afirmação de Autor e Dorn não seja tão categórica para algumas classes de atividades que se enquadrariam nessa linha a época.

Também em 2013, Autor e Dorn (2013b) investigaram 25 anos (entre 1980 e 2005) do trabalho pouco qualificado e verificaram que o salário desses trabalhadores diminuiu ao longo dos anos, enquanto houve um aumento do salário dos empregados na área de serviço (mais qualificados). A conclusão de Autor e Dorn é que devido a automação a força de trabalho migrou de atividades rotineiras para aquelas mais difíceis de serem automatizadas e que possuíam demanda crescente.

Um dos primeiros estudos amplamente citado é o desenvolvido por Frey e Osborne (2013). Segundo eles 47% dos empregos estão em alto risco de serem extintos nos próximas 20 anos. Eles examinaram mais de 700 profissões nos Estados Unidos e usaram algoritmos de aprendizagem de máquina para classificar as ocupações em três categorias com relação ao risco de sobreviverem à automação: alto, médio e baixo risco.

Segundo Frey e Osborne (2013), as profissões mais críticas, com um risco alto (probabilidade de automação superior ou igual 70%), são aquelas que envolvem tarefas repetitivas. Possuem um risco médio (probabilidade de automação superior ou igual 30% e inferior a 70%), as profissões que exigem destreza manual e tomada de decisão do empregado. As profissões menos susceptíveis ao desaparecimento devido a automação, ou seja, possuem baixo risco (probabilidade de automação inferior a 30%), são aquelas que requerem percepção,

manipulação, inteligência social e criatividade. Isso porque as máquinas se adaptam mal a ambientes sujeitos a mudanças, é difícil estabelecer um padrão algorítmico que dê a máquina a capacidade de diplomacia, a habilidade política, a sensibilidade e a capacidade humana de formar laços de confiança e empatia (Frey & Osborne, 2013; IBAEDP, 2015).

Também em 2014, Bowles (2014) citado por Arntz, Gregory e Zierahn (2016) projetou que entre 45% e 60% dos empregos da Europa correm risco de serem automatizados em duas décadas, sendo que o sul da Europa, segundo ele, seria o mais afetado. Bowles utilizou a mesma abordagem de Frey e Osborne (2013).

Em 2014, a pedido da consultoria Deloitte, Knowles-Cutler, Frey e Osborne (2014) aplicaram o mesmo método de Frey e Osborne (2013) e estimaram que 35% das ocupações em UK estão em alto risco de serem automatizadas e que esse número será de 30% em Londres.

Pajarinen e Rouvinen (2014) utilizaram a abordagem de Frey e Osborne (2013) e estimaram que na Finlândia cerca de 35% dos empregos estão em alto risco de serem substituídos por máquinas. Nessa pesquisa foram avaliadas 410 ocupações.

No ano seguinte, Pajarinen, Rouvinen e Ekeland (2015) ampliaram o trabalho de Pajarinen e Rouvinen (2014) e estimaram a automação de empregos na Noruega. Segundo eles, 33% dos empregos nesse país poderão ser substituídos por máquinas nas próximas duas décadas. Bem como no trabalho anterior, Pajarinen, Rouvinen e Ekeland utilizaram a abordagem de Frey e Osborne (2013). Na ocasião foram avaliadas 374 ocupações.

Durrant-Whyte et al. (2015) também utilizaram a abordagem de Frey e Osborne (2013), mas aplicada na Austrália, e previram que cerca de 40% das ocupações tem alto probabilidade de serem automatizadas nos próximos 15 anos.

Brzeski e Burk (2015) citado por Arntz, Gregory e Zierahn (2016) fizeram projeções para a Alemanha. Na estimativa deles nesse país o risco de automação dos empregos é de 59%. Eles também utilizaram a abordagem de Frey e Osborne (2013).

Em 2016, Chang e Huynh (2016) analisaram países da Ásia e fizeram a previsão de que 56% dos empregos poderão ser automatizados nos próximos 20 anos. Esses dados dizem respeito ao total de empregados em cinco países juntos: Camboja, Indonésia, Filipinas, Tailândia e Vietnã. A percentagem de cada país em separado é de 57%, 56%, 49%, 44% e 70%, respectivamente. Para chegar a esses resultados, Chang e Huynh utilizaram a abordagem de Frey e Osborne (2013).

Fuei (2016) previu que 25% dos empregos em Singapura estão em risco de serem extintos. Essa é uma média abaixo da encontrada por pesquisadores de outros países, e diz

respeito às ocupações oriundas da indústria, atingindo principalmente as mulheres, acima dos 50 anos, com escolaridade média. Fui também utilizado a abordagem de Frey e Osborne (2013).

Organizações como o Fórum Econômico Mundial e Banco Mundial também se interessaram pelo tema. Segundo o Banco Mundial (WB, 2016) dois terços dos empregos nos países em desenvolvimento são susceptíveis de serem automatizados. Esse valor está baseado em uma série de base de dados e entrevistas coletadas ao longo de vários anos.

Diferentemente de Frey e Osborne (2013) que analisaram o fato de ocupações inteiras poderem ser substituída por máquinas, Arntz, Gregory e Zierahn (2016) usaram o enfoque baseado em tarefas. Eles argumentam que “a automação dos trabalhos depende, em última análise, das tarefas que os trabalhadores executam e da facilidade com que essas tarefas podem ser automatizadas”. Segundo eles a automação de todas as tarefas é baixa pois algumas atividades podem conter subtarefas cuja automação demandaria grande esforço, assim a substituição total dos empregos seria pequena (Autor & Handel, 2013; OCDE, 2016).

Arntz, Gregory e Zierahn (2016) pesquisaram 21 países da OCDE e afirmam que, na média, apenas 9% de empregos nos Estados Unidos possuem alto risco de automação. Para a Áustria, Alemanha e Espanha foi estimado 12%, já para a Coreia, Finlândia e Estônia cerca de 6% de empregos.

Berriman e Hawksworth (2017) publicaram um artigo na revista UK Economic Outlook no qual predizem que cerca de 30% dos empregos da Inglaterra, 35% nos Estados Unidos, 35% na Alemanha e 21% no Japão estão em risco de serem automatizados. Berriman e Hawksworth utilizaram a mesma base de dados do trabalho de Arntz, Gregory e Zierahn (2016), mas por achar que Arntz, Gregory e Zierahn exageraram na mitigação dos efeitos, refizeram os cálculos e usaram algoritmos de aprendizado de máquina para identificar o risco de automação relacionando às características das tarefas e dos trabalhadores que a executam (por exemplo, os níveis de educação e formação).

Em 2017, a McKinsey também levou em consideração o fato de que ocupações são compostas por atividades que podem ou não ter potencial para serem automatizadas. Na pesquisa publicada, a agência afirma que cerca de 60% de todas as profissões tem pelo menos 30% de atividades que podem ser automatizadas e que apenas cerca de 5% de todas as profissões podem ser 100% automatizadas nos Estados Unidos até 2050 (McKinsey, 2017)

Recentemente, Nedelkoska e Quintini (2018) concluíram que 14% dos empregos dos 32 países da OCDE possuem 70% de probabilidade de automação e 32% dos empregos tem chances entre 50% a 70%.

Plastino, Zuppolini e Grovier (2018) analisaram os dados de cinco países da América do Latina: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México. Eles também partiram da ideia de que “são as tarefas individuais, e não os trabalhos (ou os cargos) como um todo que podem ou não ser automatizadas”. As características de cada cargo foram retiradas do banco de dados O\*NET, a probabilidade de automação foi baseada no trabalho de Frey e Osborne (2013), e para medir o tempo que as pessoas levam executando uma atividade eles usaram a Avaliação Internacional das Competências dos Adultos (PIAAC) da OCDE.

Foram analisadas 720 ocupações cruzando as informações das três bases. O modelo aponta que, nesses países, um em cada quatro trabalhadores (27% do total), está em cargos com alto potencial de automação, ou seja, passam pelos menos 75% do seu tempo de trabalho executando atividades rotineiras.

O Fórum Econômico Mundial (WEF, 2018) apresentou uma visão menos alarmista, ele fez uma pesquisa cujo foco foi “entender o potencial das novas tecnologias em criar e destruir empregos, bem como melhorar a qualidade e produtividade do trabalho humano”. No relatório divulgado prevê-se que até o ano de 2022 cerca de 11% de novos empregos serão criados, enquanto apenas 10% dos empregos antigos serão extintos, mantendo assim a quantidade de postos de trabalho estável.

Os estudos descritos anteriormente apresentaram uma visão sobre o impacto das tecnologias no emprego, mas investigando países como um todo. Recentemente a McKinsey (2019) publicou um estudo que analisa economias locais nos Estados Unidos. O argumento é que diferentes localidades de um país entram em um estágio de automação em momentos distintos. Segundo o relatório divulgado pela agência, cerca de 20% da força de trabalho de áreas urbanas, caracterizadas por uma diversidade econômica e alto nível educacional, sofrerão impactos até 2030. Já em torno de 25% dos trabalhos de áreas rurais serão impactados negativamente devido a automação.

Outras pesquisas apenas verificaram a percepção de executivos e trabalhadores. Em 2016, o Fórum Econômico Mundial entrevistou mais de 350 executivos de diversas empresas. Tais executivos indicaram os principais “drivers” de mudança do modelo de negócio até 2020. Na época, eles apontaram que a indústria sentiria os efeitos dos avanços na inteligência artificial, robótica, automação de transportes e biotecnologia até 2020, sendo que seriam criados aproximadamente dois milhões de empregos, porém, sete milhões desapareceriam, e que os postos criados seriam, principalmente, para especialistas nas áreas de tecnologia e informática. Foram entrevistados executivos dos seguintes países: Austrália, Brasil, China, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, México, África do Sul, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos,

além de terem sido ouvidos a *Association of Southeast Asian Nations* e o *Gulf Cooperation Council* (WEF, 2016).

Brown et al. (2017) pesquisaram cerca de 10 mil trabalhadores em quase 140 países. Segundo os dados divulgados, 73% acreditam que avanços tecnológicos não substituirão o trabalho humano, seguido por 37% que acham que as inovações tecnológicas influenciarão mudanças na forma de trabalho. Ainda segundo tal pesquisa, 38% dos empregos nos Estados Unidos estão em riscos, sendo que na Alemanha esse número cai para 35%, Reino Unido 30% e Japão 21%.

Analisando a longa lista de dados apresentada percebe-se uma variação, por vezes significativa, nos resultados. Essa diferença pode ser explicada. A metodologia empregada, o ano de coleta dos dados e o país são fatores influenciadores que fazem com que boa parte dessas pesquisas tenha dados divergentes. Segundo OCDE (2016), a diferença numérica nos dados de países distintos é natural. Aqueles países nos quais os empregos não exigem tanta interação entre humanos são grandes candidatos a terem um alto índice de automação de atividades, por outro lado, aqueles que já investiram em tecnologia, provavelmente, terão índices de desemprego menores.

É importante destacar que as pesquisas descritas nessa seção não consideram forças políticas ou sociais como leis, normas, valores sociais, mudança da composição das ocupações, ou mudanças organizacionais que possam vir a influenciar a adoção de tecnologia disruptivas por parte de empresas ou indústria.

Vários aspectos precisam ser considerados como o fato das tecnologias, por vezes, não automatizarem todas as tarefas de uma ocupação, mas apenas parte delas; de que as tarefas que possuem atividades de rotina e não-rotina são difíceis de automatizar; de que o processo de adoção de novas tecnologias é lento e gradual; de que ainda existe o desconhecimento se as tecnologias serão realmente adotadas; o fato de muitas vezes o uso da tecnologia incidir sobre outros aspectos do trabalho como a diminuição da jornada; o acesso e o preço do trabalho e do capital; e a não consideração de restrições éticas, legais, morais e institucionais que podem impedir a substituição de um humano por uma máquina; ter foco na estimativa da automatização potencial do trabalho e não necessariamente o número de trabalhos que serão realmente automatizados (Artanz, Gregory & Zierahn, 2016; Bowles, 2014; Chanad, 2017; Fuei, 2016). O Quadro 1 apresenta um resumo comparativo dos resultados descritos anteriormente.

**Quadro 1** – Comparativo dos resultados das pesquisas sobre o futuro do trabalho

<b>Autores</b>	<b>Metodologia de análise</b>	<b>Países pesquisados</b>	<b>Empregos criados</b>	<b>Empregos Automatizados</b>
Frey e Osborne (2013)	Ocupações	Estado Unidos da América (EUA)	NA	47%
Bowles (2014)	Ocupações	Europa	NA	entre 45% e 60%
Knowles-Cutler, Frey e Osborne (2014)	Ocupações	Reino Unido e Londres	NA	35% e 30%, respectivamente
Pajarinen e Rouvinen (2014)	Ocupações	Finlândia	NA	35%
Pajarinen, Rouvinen e Ekeland (2015)	Ocupações	Noruega	NA	33%
<b>Autores</b>	<b>Metodologia de análise</b>	<b>Países pesquisados</b>	<b>Empregos criados</b>	<b>Empregos Automatizados</b>
Durrant-Whyte, McCalman, O’Callaghan, Reid, e Steinberg (2015)	Ocupações	Austrália	NA	40%
Brzeski e Burk (2015)	Ocupações	Alemanha	NA	59%
Chang e Huynh (2016)	Ocupações	Camboja, Indonésia, Filipinas, Tailândia e Vietnam	NA	57%, 56%, 49%, 44% e 70%, respectivamente
Fuei (2016)	Ocupações	Singapura	NA	25%
WB (2016)	Entrevistas	Países em desenvolvimento	NA	2/3
Arntz, Gregory, Zierahn (2016)	Tarefas	21 países da OCDE	NA	9%
Berriman e Hawksorth (2017)	Tarefas	Inglaterra, EUA, Alemanha e Japão	NA	30%, 35%, 35% e 21%, respectivamente
McKinsey (2017)	Tarefas	Estados Unidos	NA	5%
Nedelkoska e Quintini (2018)	Tarefas	Países da OCDE	NA	14%
Plastino, Zuppolini e Grovier (2018)	Trabalhadores	Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México	NA	27% dos trabalhadores
WEF (2018)	Metodologia não disponibilizada	Argentina, Austrália, Brasil, China, França, Alemanha, Índia, Indonésia, Japão, México, Filipinas, Federação Russa, Cingapura, África do Sul, República da Coreia, Suíça, Tailândia, Reino Unido, EUA e Vietnã	11%	10%
McKinsey (2019)	Metodologia não disponibilizada	Área urbana e rural do Estados Unidos	NA	20% e 25%
WEF (2016)	Entrevista com mais de 350 executivos	Austrália, Brasil, China, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, México, África do Sul, Turquia, Reino Unido e EUA, Association of	NA	NA

		Southeast Asian Nations e o Gulf Cooperation Council		
Brown <i>et al.</i> (2017)	Metodologia não disponibilizada	EUA, Alemanha, Reino Unido e Japão	NA	38%, 35%, 30% e 21%, respectivamente

NA = não se aplica.

Fonte: autor

## 5 DEBATE SOBRE O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS NO TRABALHO NO BRASIL

Para Fioravante (2011) os impactos no mercado de trabalho advindos do uso de tecnologia podem ser mais severos nos países em desenvolvimento. Por exemplo, de acordo com Salamanca:

Os países latino-americanos utilizam, em graus variados, essas novas tecnologias, mas não as produzem. Por isso os efeitos negativos sobre o emprego, o desemprego, o aumento dos empregos informais, e a renda do trabalho são provavelmente maiores que nos países avançados e nos países asiáticos emergentes produtores dessas tecnologias (Salamanca, 2017).

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2019) apresentou em março de 2019 um estudo que estima a probabilidade de trabalhadores brasileiros a serem substituídos por máquinas. O instituto utilizou a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) para estratificar cinco zonas de trabalho para as quais se previu demanda de emprego para os próximos anos. Segundo Albuquerque et al. (2019), em média, 54,45% dos empregos brasileiros correm risco elevado ou muito elevado de automação até 2046, um valor próximo daqueles relacionados à países da Europa, América do Norte e América Latina.

É importante destacar que a lista de profissões que podem vir a desaparecer não diz respeito apenas a empregos de nível baixo e médio, como motoristas, recepcionista, operadores de telemarketing, nessa lista entram, advogados, médicos, professores e outras profissões classificadas como de alto nível.

Apesar desse número, o Brasil ainda é considerado fora do conjunto de economias que serão mais afetadas pelas mudanças tecnológicas a curto prazo. Isso porque, o país tem avançado pouco na área de automação. Segundo a CNI (2016), “pouco menos da metade das empresas industriais utiliza pelo menos uma das 10 tecnologias digitais consideradas [...] [com] maior potencial para impulsionar a competitividade”. Esse percentual é ainda menor quando se considera as pequenas empresas (25%), no entanto, cresce para 63% nas grandes empresas.

Em 2016, a média mundial era de 74 robôs para cada 10 mil trabalhadores da indústria, sendo que os cinco países mais robotizados tinham em torno de 400 robôs por 10 mil trabalhadores da indústria, enquanto que no Brasil esse número estava em 10 robôs. Novos dados mostram que na Coreia do Sul já se estima 531 robôs para cada grupo de 10 mil trabalhadores na indústria. Em Cingapura, Japão e Alemanha a proporção de robôs é acima de 300.

Analisando dados mais atuais, de acordo com Mussi (2018), a Associação Brasileira de Internet Industrial registrou que as médias e pequenas empresas brasileiras começaram a adotar a robótica em seus sistemas produtivos, deixando de ser considerada somente pelas grandes empresas multinacionais. No entanto, essa automação é pouca quando comparada com outros países. Segundo o *World Digital Competitiveness Ranking*, divulgado pela IMD (2018), o Brasil caiu duas posições no ranking de nações inovadoras e está na 57<sup>a</sup> posição entre os 63 países analisados. De acordo com o IMD para que o Brasil assuma uma posição melhor é preciso elevar o padrão educacional no país e, ao mesmo tempo, tornar-se digitalmente competitivo.

Esse cenário pode ser explicado pelo baixo valor do salário que desestimula a curto prazo a automação do emprego no país. Assim, como em países do patamar do Brasil, por enquanto, o controle de custos via redução de salários, ajuste dos processos produtivos e reformas legislativas é mais vantajoso para as empresas do que o investimento em tecnologias disruptivas. Mas, quando se faz projeções verifica-se que o Brasil acompanha o mundo e também deve perder postos de trabalho no futuro devido ao uso de tecnologias.

## 6 DEBATE SOBRE A NECESSIDADE DE QUALIFICAÇÃO

Independente de quantos empregos desaparecerão e quantos novos serão criados será preciso qualificar o “novo” trabalhador para assumir outras tarefas indiretas que compensem a perda de empregos na indústria, o que requer uma discussão consciente sobre a estrutura de qualificação e requalificação das pessoas (Fuei, 2016; Kon, 2017).

Conforme afirma Rodrigues (2017), o desemprego estrutural associado à automação demanda iniciativas de proteção social e garantia de emprego e renda para os setores mais afetados, além de esforços em formação profissional avançada. Se todas as mudanças do trabalho previstas se concretizarem, é certo que as pessoas terão que se requalificar para se adaptar às novas condições e tecnologias. Assim, o que se prevê é que a qualificação será a base do emprego, em algumas profissões (Kon, 2017).

Alguns autores defendem que para enfrentar esse desafio é preciso que a sociedade esteja preparada para tais mudanças, sendo que o estímulo passa pela aprendizagem contínua ao longo da vida, pela qualidade da formação profissional e da educação, e também pelo impulsionamento das políticas públicas (Keister & Leandowski, 2017 citado por Jepsen; Drahokoupil, 2017).

Existe um consenso entre pesquisadores de que as habilidades e competências exigidas hoje não serão tão mais necessárias no futuro e que as novas competências adquiridas podem rapidamente tornar-se obsoletas (OIT, 2019). De acordo com pesquisas de instituições como a OCDE, o Fórum Econômico Mundial e a agência McKinsey surgirão novas categorias de empregos e as habilidades e competências necessárias em determinadas ocupações mudarão.

Segundo a Fórum Econômico Mundial (WEF, 2018), em pesquisa realizada com pouco mais de 300 executivos de diversas empresas do mundo, cerca de 54% de todos os empregados necessitarão de requalificação de alto nível até 2022. Dessa forma, acredita-se que a mão de obra se tornará cada vez mais cara e especializada e, os trabalhadores precisarão investir em qualificação para passar por essa transição (Bowler, 2014; Kon, 2017).

Segundo Marchant, Stevens e Hennessy (2014) aquelas pessoas que perderem seus empregos devido ao avanço das tecnologias, necessitarão de uma forma de requalificação para uma nova posição, e tanto as empresas quanto o governo precisam agir para garantir que os trabalhadores estejam aptos a lidar com as novas tecnologias ou possam se requalificar para novas profissões. Isso demanda estratégias de formação continuada.

Harari (2017) apresenta pontos de vista interessantes a respeito da reinserção das pessoas no mercado de trabalho. Segundo ele, alguns pesquisadores advogam que no futuro aparecerá uma classe de pessoas sem possibilidade de se posicionar no mercado de trabalho. Já uma outra vertente diz que a automação gerará novos empregos e prosperidade para o ser humano. Existe também a ideia de que um único emprego ou uma única profissão para a vida inteira não mais existirá, pressupõe-se que o homem passará por até cinco profissões diferentes ao longo da vida.

Mas, toda essa movimentação provavelmente também estabelecerá uma demanda crescente por profissionais de alto nível com habilidade interpessoais (*soft skills*), conhecimentos tecnológicos (*technology skills*), para tarefas não rotineiras e de resolução de problemas não estruturados. De acordo com pesquisa do Fórum Econômico Mundial, até 2022 cerca de 42% das habilidades requeridas para o trabalho mudarão (WEF, 2018).

As habilidades em STEM [sigla em inglês *para science, technology, engineering e mathematics*] devem aumentar em importância a médio prazo, com as necessidades de longo prazo projetadas para se concentrar em habilidades como criatividade, solução de problemas e inteligência social (WEF, 2016).

Diante de tudo isso é possível afirmar que o mundo mudou e é preciso entender como lidar com todas as tecnologias disruptivas na relação de trabalho. Tendo como base os conceitos abordados por Jesper Rhode Andersen em sua palestra intitulada “Inteligência Artificial e o Futuro do Trabalho” são possíveis opções ao homem ter uma atitude: de “competir”, “submeter-se” ou “colaborar”.

A atitude “competir” significa que o homem tentará competir com a máquina, mas nesse caso, há que se levar em consideração o que o computador faz bem, e o que o humano faz bem. O homem é bom em atividades que envolvam a empatia, contextos ambíguos. Já o computador é bom em processar grandes volumes de dados, executar rotinas e regras, calcular de forma rápida. Assim, o ser humano estará em desvantagem se tentar competir nessas áreas.

A outra atitude seria então “submeter” e aceitar o processo de automação da sua profissão e se readaptar, buscar novas posições. Mas, nesse caso, é preciso estabelecer políticas que ajudem aquelas pessoas com baixa qualificação e baixa renda que perderem os seus empregos se reinventar. As escolas e universidades deveriam estar preparadas para formar profissionais capazes de “aprender, desaprender e reaprender” profissões ao longo da vida.

Uma outra atitude é a “colaboração”. Aqueles que defendem a colaboração enxergam as tecnologias como sendo aplicadas de forma conjunta com o trabalho humano, são ferramentas que combinam os atributos das máquinas com as capacidades humanas que ainda são difíceis de serem automatizadas (Brynjolfsson & McAfee, 2018). Dessa forma, as tecnologias disruptivas seriam aliadas das empresas para alcançar novos níveis de eficiência e desempenho do trabalhador, por exemplo, utilizando os *CoBots* que são robôs assistentes especializados em executar regras e tarefas repetitivas. Eles são responsáveis por executar aquelas atividades do dia a dia deixando o trabalhador livre para tratar de tarefas mais intelectuais (Wilson & Daugherty, 2018).

## 7 DEBATE SOBRE A NECESSIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Como afirma Rodrigues (2017) o desemprego estrutural associado à automação demanda iniciativas de proteção social e garantia de emprego e renda para os setores mais afetados, além de esforços em formação profissional avançada. O Brasil precisa de políticas

públicas que apoiem a digitalização de governos e iniciativa privada, a modernização dos ambientes legais e regulatórios e a adaptação do sistema educacional para capacitação profissional que prepare as pessoas com as competências que o novo mercado de trabalho irá requerer.

Marchant, Stevens e Hennessy (2014) apresentam seis categorias de políticas que poderiam ser adotadas: desaceleração da inovação; compartilhamento do trabalho; criação de novos trabalhos; redistribuição; educação; e promoção de um novo contrato social.

A desaceleração da inovação e mudança que teria o objetivo de proteger os empregos através de políticas que regulam e restringem o uso de tecnologias que substituem postos de trabalho. O compartilhamento do trabalho diminuiria a frequência do desemprego, inclui políticas de estímulo a aposentadoria, empregos de curta duração, jornada reduzida e tempo maior de férias.

A criação de novos trabalhos priorizaria a criação de programas de governo que poderiam ajudar a gerar novos postos de trabalho. Dentro dessa linha Strain (2013) citado por Marchant, Stevens e Hennessy (2014) afirma que:

Um programa assistido pelo governo pode incluir: a) serviço de realocação e subsídio para atender áreas geográficas ou setores que estejam enfrentando carência; b) pagamento de quantia fixa a um trabalhador desempregado que obtenha emprego; c) empréstimo a juros baixos para iniciar um negócio promissor; d) visto ou outra permissão para reter estudantes estrangeiros ou trabalhadores altamente qualificados; e) redução da burocracia e implicações fiscais envolvidas no estabelecimento e manutenção de novos negócios (Strain, 2013).

A estratégia ligada à educação envolve programas de educação continuada, mudança nos currículos para privilegiar formação STEM e educação experimental. A redistribuição iria agir via políticas de redistribuição de renda, como renda mínima, programas sociais. E por fim, a promoção de um novo contrato social que privilegiaria a flexibilização das leis trabalhista e assistência. As duas últimas estratégias foram, em parte, adotadas por muitos países diante da pandemia do coronavírus COVID-19.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação de atividades de manufatura e serviços vivenciados na atualidade é um fenômeno que está gerando mudanças na maioria dos setores. Os avanços tecnológicos indicam que poderá haver um ganho para as empresas no futuro, uma vez que as tecnologias podem ser usadas para aumentar a produtividade das tarefas humanas.

No entanto, esse mesmo futuro descortina grandes mudanças na área do emprego. Apesar do processo de implantação de uma nova tecnologia não ser imediato, ele é acompanhado de implicações políticas, econômicas, legais e sociais, que se não tratadas a tempo podem impactar economicamente e socialmente uma região.

É indiscutível que a geração de empregos é essencial para a manutenção da ordem democrática. No entanto, as máquinas são necessárias para sustentar o crescimento da sociedade, mesmo que isso custe o desaparecimento de postos de trabalho. No entanto, na engrenagem que move a economia capitalista ter pessoas com poder aquisitivo é primordial. A diminuição do emprego pode gerar a redução de recursos para o consumo e impactos previdenciários não calculados. Esse é um impasse que atinge o empregador, o empregado e o governo.

A pesquisa foi limitada principalmente pela quantidade reduzida de dados relativos ao Brasil. A quantidade de pesquisas acadêmicas que buscam entender o impacto da tecnologia no ambiente de trabalho brasileiro ainda é incipiente. Como trabalhos futuros a partir desta pesquisa sugere-se analisar as principais tecnologias disruptivas que estão sendo adotadas (em âmbito nacional e regional) e como estas estão transformando a natureza do trabalho nas empresas brasileiras.

O Brasil enfrenta hoje uma recuperação lenta de uma recente crise econômica, desemprego, desindustrialização e relaxação das leis trabalhistas, o que leva a cortes nos gastos públicos e em serviços de inovação. No entanto, existem também tensões decorrentes de mudanças na tecnologia em base global, o que pressiona as empresas a adotar e adaptar uma série de novas tecnologias disruptivas para projeto, produção e conexão com fornecedores e clientes. Diante desse cenário, as empresas e os formuladores de políticas públicas precisam compreender as oportunidades e os desafios decorrentes dos processos de transformação digital.

O uso de tecnologias disruptivas é uma fonte de vantagem competitiva. Visando alcançar uma diferenciação, as empresas podem adotar diferentes tecnologias para alcançar esse objetivo. Um sistema nacional de inovação compõe-se do envolvimento e integração entre três agentes: estado, universidades e empresas. Os efeitos das tecnologias disruptivas na sociedade depende dos formuladores de políticas públicas, do processo de educação e adaptação da sociedade e dos empresários.

O Estado é o responsável por aplicar e fomentar políticas públicas de ciência e tecnologia. As universidades e institutos de pesquisa são responsáveis por criar e disseminar o conhecimento, e realizar pesquisas. E as empresas são responsáveis pelo investimento na transformação do conhecimento em produto.

Assim, pressupõe-se que os governos, empresas e trabalhadores devam planejar e implementar uma nova visão sobre o mercado de trabalho no contexto da Revolução Industrial. A agenda das políticas públicas deve se voltar para o aprimoramento dos sistemas de trabalho e educação, com o incentivo a aprendizagem constante.

Este é um tema complexo e controverso que tem atraído a atenção de diversas áreas, fomentando discussões dos seus limites, ritmo, impactos, efeitos e ações. Não só o Brasil, mas todos os países, precisam de políticas públicas que auxiliem o processo de automação das empresas, apoiem a competitividade, mas também incluam estratégias que salvaguardem os profissionais que possam vir a ser negativamente afetados.

## REFERÊNCIAS

Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2017). Robots and Jobs: evidence form US Labor Markets. Working Paper. *National Bureau of Economic Research*.

Aghio, P. & Howitt, P. Growth and Unemployment. *Review of Economic Studies*. v.61, p. 477-94, 1994.

Albuquerque, P. H. M. & Saavedra, C. A. P. B. & Moraes, R. L. & Alves, P. L. & Yaohai, P. (2019). Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEAD*.

Anthes, E. (2017). The shape of work to come. *Nature*, v. 550, p. 316-319.

Arntz, M. & Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, OECD Social, Employment and Migration Working Papers. *OECD Publishing*, n. 189, Paris.

Autor, D. H. & Dorn, D. (2013a). Technology Anxiety: Past and Present. Bureau for Employers Activities. *International Labor Office*.

Autor, D. H. & Dorn, D. (2013b). The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*, v. 103, n.5, p. 1553-1597.

Autor, D. H. & Handel, M. (2013). Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Tasks, and Wages. *Journal of Labor Economics*, v. 31, n. 2, p. S59–S96.

Autor, D. H. & Levy, F. & Murnane, R. J. (2003).The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, v. 118, n. 4, p. 1279-1333.

Bell, D. (1973). *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. New York: Basic Books.

Bennion, E. G. (1943). Unemployment in the theories of Schumpeter and Keynes. *American*.

Berriman, R. & Hawksworth, J. (2017). Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies. *UK Economic Outlook*, p. 30-47.

Blanchard, O & Katz, L. (1997). What we know and do not know about the natural rate of unemployment. *Journal of Economic Perspectives*. v.11, p. 51-72.

Boianovsky, M. & Trautwein, H.-M. (2003). Wicksell, Cassel and the idea of involuntary unemployment. *History of Political Economy*, v. 35, p. 385-436.

Bowles, J. (2014). The Computerisation of European Jobs. *Bruegel*. Disponível em: <<http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs/>> Acesso em: 18 abril, 2019.

Brown, J. *et al.* (2017). Workforce of the future: The competing forces shaping 2030. *PwC*.

Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W. Norton.

Brzeski, C. & Burk, I. (2015). Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt [The Robots Come. Consequences of Automation for the German Labour Market]. *ING DiBa Economic Research*.

Chanad, J. P. Z. (2017). Desemprego Tecnológico: Fim dos Empregos? *Informações Fipe*, p. 14-19.

Chang, J.-H. & Huynh, P. (2016). ASEAN in transformation: The future of jobs at risk of automation. *Bureau for Employers' Activities Working Paper*. n. 9.

CNI. (2016). Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira. *Sondagem Especial, Indústria 4.0*, v. 17, n. 2.

Durrant-Whyte, H. *et al.* (2015). The Impact of Computerisation and Automation on Future Employment. *Committee for Economic Development of Australia*. TQ. Disponível em: <<http://techquarterly.asia/node/64>>. Acesso em: 18 junho 2019.

Freita, C. E. (2010). *Desemprego Tecnológico no Brasil: um estudo da indústria de transformação à luz das ideias de Ricardo, Marx e Keynes (1990-2008)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.

Fioravante, D. G. (2011). Efeitos da Inovação Tecnológica sobre o Emprego. In: Coelho, D., & Gusso, D. (Orgs.). Impactos tecnológicos sobre a demanda por trabalho no Brasil. *Instituto de Pesquisa Aplicada (Ipea)*, p. 104-124.

Ford, M. (2015). *Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*. New York: Basic Books.

Freeman, C. & Clark, J. & Soete, L. (1982). *Unemployment and Technical Innovation*. London: Frances Pinter.

Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Oxford Martin School Working Papers*.

Fuei, K. (2016). Automation, Computerisation and Future Employment. *SSRN Electronic Journal*.

Gorz, A. (2005). *O imaterial: conhecimento, valor e capital*. Tradução de Celso Azzan Jr. São Paulo: Annablume.

Goo, M. & Manning, A. (2007). Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. *The Review of Economics and Statistics*. v.89, n.1, p.118-133.

Gulbrason, C. (2018). The future of work: The impact of disruptive technologies on jobs and skills. University of California. Disponível em: <https://www.ucop.edu/innovation-entrepreneurship/innovation-resources/dr-christine-articles/the-future-of-work.html>. Acesso em: 06 maio 2019.

Harari, Y. N. (2017). Reboot for the AI revolution. *Nature*, v. 550, p. 324–327.

IBAEDP. (2015). O Futuro do Emprego: Estudo de pesquisadores de Oxford: Quase metade das profissões corre risco. *Instituto Brasileiro de Altos Estudos do Direito Público*. Disponível em: <http://www.altosestudos.com.br/?p=53698/> Acesso em: 18 Abril. 2019.

IMD. (2018). World digital competitiveness ranking. *World Competitiveness Center*. 2018. Disponível em: [https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/?MRK\\_CMPG\\_SOURCE=DME\\_1518016&utm\\_source=DM&utm\\_medium=em&utm\\_campaign=DME\\_1518016/](https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/?MRK_CMPG_SOURCE=DME_1518016&utm_source=DM&utm_medium=em&utm_campaign=DME_1518016/). Acesso em: 122 abril. 2019.

Jepsen, M. & Drahokoupil, J. (2017). The digital economy and its implications for labour. The consequences of digitalisation for the labour Market. *Transfer*, v. 23, n. 3, p. 249–262.

Kapeliushnikov, R. (2019). The phantom of technological unemployment. *Russian Journal of Economics*, n.5, p. 88–116.

Katz, L. F. & Murphy, K. M. (1992). Changes in Relative Wages, 1963 - 1987: Supply and Demand Factors. *The Quarterly Journal of Economics*, v.107, n.1, p. 35–78.

Katz, L. & Margo, R. (2013). Technical Change and the Relative Demand for Skilled Labour: The United States in Historical Perspective, NBER Working Paper 18752, *National Bureau of Economic Research*.

Keister, R. & Lewandowski, P. (2017). A routine transition in the digital era? The rise of routine work in Central and Eastern Europe. *Transfer*, v. 23, n. 3, p. 263–279.

Keynes, J. M. (1932). Keynes, Economic Possibilities for our Grandchildren (1930). *Essays in Persuasion*, New York: Harcourt Brace, p. 358-373.

Knowles-Cutler, A. & Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2014). Agile Town: The Relentless March of Technology and London's Response. *Deloitte*. 2014. Disponível em <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/growth/articles/agiletown-the-relentless-march-of-technology-and-londons-response.html>. Acesso em: 23 abril 2019.

Kon, A. (2017). Sobre Inovação Tecnológica, Tecnologia Apropriada e Mercado de Trabalho. *Revista Ciências do Trabalho*, n. 9.

Howitt, P. (1994). Adjusting to technological change. *Canadian Journal of Economics*. v. 27, p. 763- 75.

Leontief, W. (1952). Machines and Man, *Scientific American*.

Leontief, W. & Duchin, F. (1986). *The Future Impact of Automation on Workers*. Oxford University Press, 1986

Karl, M. (1976). *Capital*, Volume 1. Harmondsworth: Penguin, 1976.

Marchat, G. E. & Stevens, Y. A. & Hennessy, J. M. (2014). Technology, Unemployment & Policy Options: Navigating the Transition to a Better World. *Journal of Evolution and Technology*, v. 24. n. 1, p. 26-44.

McGraw, T. (2007). *Prophet of Innovation: Joseph Schumpeter and Creative Destruction*. Cambridge, Mass, Harvard University Press.

McKinsey. (2017). McKinseyGlobal Institute (Org.). A future that works: Automation, employment, and productivity.

McKinsey. (2019). McKinseyGlobal Institute (Org.). A future that work in America: People and places, today and tomorrow.

Mussi, C.R.A.R. (2018). As Tecnologias Digitais e o Mercado de Trabalho do Futuro. *Revista Científica ICGAP*, v. 1, n. 1.

Naastepad, C. W. M. & Budd, C. H. (2019). Preventing Technological Unemployment by Widening our Understanding of Capital and Progress: Making Robots Work for Us. *Ethics and Social Welfare*, v.13, n.2, p. 115-132.

Nedelkoska, L. & Quintini, G. (2018). Automation, skills use and training. *Employment and Migration Working Paper*. OECD Publishing, N. 202.

Neisser, H. (1942). "Permanent" technological unemployment. *American Economic Review*, v. 32, p. 50-71.

OCDE. (2016). Organisation for Economic Cooperation and Development (Org.). Automation and independent work in a digital economy. *Policy Brief on the Future of Work*.

OIT. (2019). International Labour Organization (Org.). Trabalhar para um Futuro Melhor. *Comissão Mundial sobre o Futuro do Trabalho*.

Pajarinen, M. & Rouvinen, P. (2014). Computerization Threatens One Third of Finnish Employment. *ETLA Brief*, n. 22, p. 13.

Pajarinen, M. & Rouvinen, P. & Ekeland, A. (2015). Computerization Threatens One-Third of Finnish and Norwegian Employment. *ETLA Brief* v. 34, p. 1-8, 2015.

Plastino, E. & Zuppolini, M. & Govier, M. (2018). América Latina: competências para o trabalho da era das máquinas inteligentes. *Accenture*.

Postel-Vinay, F. (2002). The dynamics of technological unemployment. *International Economic Review*. v. 43, p. 737-60.

Ricardo, D. (1982). *Princípios de economia política e tributação*. 3a Ed. São Paulo: Abril Cultural.

Rifkin, J. (1996). *O fim dos empregos*. Tradução de Ruth Gabriela Bahr. São Paulo: Makron Books.

Rivera-Batiz, F. L. (2018). The Job Terminator? Automation, Artificial Intelligence and the Future of Work. *Journal of International Affairs*. Disponível em: <https://jia.sipa.columbia.edu/online-articles/job-terminator-automation-artificial-intelligence-and-future-work> . Acesso em: 03 setembro 2019.

Rodrigues, V.M. (2017). Tecnologias 4.0 nos bancos e os impactos no emprego bancário. *Revista Ciências do Trabalho*, n. 9.

Rogers, D. L. (2016). *The Digital Transformation Playbook: rethink your business for the digital age*, Columbia University.

Salamanca P. (2017). Novas tecnologias, uma revolução em curso, os efeitos sobre o emprego e os salários. *Cadernos do Desenvolvimento*, v. 13, n. 22, p. 151-179.

Schumpeter, J. (1926). Unemployment. *Der deutsche Volkswirt* 1, p. 729–732.

Strain, M. (2013). A New Jobs Agenda, *National Review Online*.

WB. World Bank (Org.). (2016). World Development Report 2016: *Digital dividends*.

WEF, World Economic Forum (Org.). (2016). The Global Risks Report 2016. Geneva: *World Economic Forum*.

WEF. World Economic Forum (Org.). (2018). The Future of Jobs Report 2018. Geneva: *World Economic Forum*.

Wilson, H. J. & Daugherty, P. R. & Mmorini-Bianzino, N. (2017). The Jobs that artificial intelligence will create. *MIT Sloan Management Review Summer*, v. 58, n. 4, p. 14-16.

Wilson, H.J. & Daugherty, P.R. (2018). Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces. *Harvard Business Review*.

Zemtsov, S. (2020). New technologies, potential unemployment and ‘nescience economy’ during and after the 2020 economic crisis. *Reg Sci Policy Pract*. p. 1–21.

**Como citar este artigo:**

Ferreira, J. de M. Análise de Pesquisas sobre o Impacto das Tecnologias Modernas e as Transformações no Mundo do Trabalho (2013 – 2020). *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies [FSRJ]*, 13(3), 435–462. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2021.v13i3.593>