CC BY

EFEITOS DA AUTOMAÇÃO NO NÍVEL DE EMPREGOS: O SETOR DE SERVIÇOS

João Policarpo Rodrigues de Lima[1]
Ariana M. Barbosa[2]
Maria Fernanda Gatto[3]

RESUMO: O crescente avanço tecnológico rumo à reprodução de habilidades cognitivas, que constituíam, anteriormente, uma vantagem comparativa para os humanos diante das máquinas, permitiu questionar as implicações dessa evolução caso tais conceitos fossem aplicados a um contexto de maximização da produtividade. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva analisar os efeitos resultantes do processo de intensificação do uso de tecnologia na atividade econômica, mais especificamente os cenários gerados através da inserção de formas modernas de automação ao setor de serviços. Para tanto o estudo se utiliza de uma abordagem qualitativa de natureza exploratória cujas principais fontes de dados são de caráter bibliográfico. Assim, visita a literatura disponível acerca do debate sobre os efeitos da automação no nível de empregos, identificando o posicionamento majoritário dos estudos disponíveis a respeito da temática abordada.

Palavras-chaves: Automação; Desemprego Tecnológico; Setor de Serviços; Inteligência Artificial.

EFFECTS OF AUTOMATION ON THE EMPLOYMENT LEVEL: THE SERVICES SECTOR

ABSTRACT: The growing technological advance towards the reproduction of cognitive abilities, which previously constituted a comparative advantage for humans over machines, allowed us to question the implications of this evolution. In this sense, the present work aims at analyzing the effects caused by the process of intensifying the use of innovations in economic production, more specifically the scenarios generated through the insertion of modern forms of automation in the service sector. For that, the study uses a qualitative approach of exploratory nature reviewing the literature on this subject. In this way, it analyses the available literature about the effects of automation on employment, as well as identifies the conclusions of studies previously carried out on the topic addressed.

Keywords: Automation; Technological Unemployment; Service Sector; Artificial intelligence.

Data da submissão: 04-09-2021
Data do aceite: 15-04-2022

INTRODUÇÃO

Dado o aumento exponencial do progresso científico e tecnológico, observa-se o surgimento e incorporação de instrumentos e procedimentos automatizados, cada vez mais sofisticados, operando nos processos produtivos e superando a capacidade humana de adaptação, acúmulo e processamento de informações. Brynjolfsson (2014)

Automação costumava ser sinônimo de maquinário robusto, com funcionamento relativamente simples e a incumbência de realizar atividades repetitivas, principalmente nas indústrias. Hoje sua aplicação já a torna capaz de desempenhar papeis relativamente complexos, que antes eram designados exclusivamente a trabalhadores altamente capacitados.

Desde a revolução científica e tecnológica, o progresso tecnológico tem oscilado entre períodos de incubação e de mudanças significativas na estrutura da economia. Temos como exemplo as transformações ocorridas no setor agrícola com a mecanização das atividades no campo; na indústria de base tais transformações acabaram por modificar toda sua estrutura produtiva, ao substituir o modo de produção intensivo em mão de obra por um modelo intensivo em capital.

[1] Doutor em Economia - University of London (1988). Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).
[2] Graduada em Economia (UFPE).
[3] Professora Associada do Departamento de Economia (UFPE).

Sendo o setor de serviços um dos mais relevantes nas economias contemporâneas, em termos de participação no produto interno bruto e concentração de atividades, a questão que o estudo busca responder é: esse setor estaria tão suscetível à queda brusca no número de ocupações ocasionada pela introdução de novas tecnologias?

Embora sujeito a controvérsias, muitos teóricos acreditam que a introdução desses processos automatizados no setor de serviços teria o mesmo resultado observado nos setores precedentes. Por exemplo, segundo Frey e Osborne (2013), os trabalhos de escritório e de serviços estariam mais expostos ao risco de serem automatizados.

Uma das relações fundamentais expressas na Economia diz respeito à associação famílias/empresas ilustrada pelo diagrama do fluxo circular de renda. As famílias vendem sua força de trabalho às empresas, que por sua vez pagam uma renda às famílias, que será convertida em bens de consumo.

A introdução de inovações substituindo parte da força de trabalho, portanto, ameaçaria o equilíbrio contido nessa relação. Assim, uma análise minuciosa dos possíveis cenários econômicos resultantes dessa integração faz-se necessária a fim de antever medidas que atenuem os efeitos negativos, caso essa hipótese venha a se confirmar. Discutir esses cenários é o objetivo do presente trabalho.

Empreende-se aqui uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória, cujas principais fontes de dados são de caráter bibliográfico. Suas partes incluem, além dessa introdução, uma primeira seção de revisão bibliográfica onde são apresentadas as bases teóricas que sustentam seu propósito, assim como a evolução de seu uso e aplicação. A segunda seção trata da problemática resultante da automação e desemprego, ilustrando o debate teórico e os estudos acerca dos efeitos da automação sobre os níveis de emprego, fazendo também a contraposição de ideias de diferentes escolas de pensamento a respeito do tema. A parte seguinte elenca observações e características próprias do setor de serviços, esboçando as novas tecnologias que poderiam repercutir sobre as funções nele desempenhadas. Nas conclusões, são mostradas as implicações resultantes dessa interação, bem como as principais soluções sugeridas pelos estudiosos para os problemas por ela gerados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AUTOMAÇÃO: DEFINIÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO

O conceito de automação tem inspiração no termo “automático” e pode ser entendido, a partir de sua constituição etimológica como sendo derivado da palavra grega (αὐτόματον, autômato), ou seja, que age por vontade própria/move por si só.

Koetsier (2001) utiliza a definição de autômato como um dispositivo mecânico que (após uma pausa) executa uma função por conta própria e de uma forma completamente determinada.

Inicialmente esse termo foi largamente utilizado para descrever “máquinas” de formato humanoide, cuja função era meramente servir como ferramenta para demonstrar princípios científicos, funcionando como forma de entretenimento ou, em último caso, como brinquedos e artigos religiosos. Com o tempo, passou a ser disseminado e legado também ao maquinário incorporado mais tardiamente como meios de produção nas fábricas.

Parte desses princípios científicos demonstrados foram descritos por Heron de Alexandria, matemático e mecânico grego inventor de um mecanismo, muitas vezes referido como o primeiro motor a vapor documentado, a eolípila, em sua obra *Pneumatica*.

Segundo Boas (1949) o repentino aumento do interesse no campo da pneumática por volta do século XVI teria coincidido com a publicação da obra editada e traduzida para o latim e italiano da *Pneumatica* de Heron. O fato de três edições de seu trabalho serem publicadas entre os anos de 1575 e 1700 seriam um bom indicativo da popularidade da obra no período da renascença.

O crescente interesse intelectual nas antigas obras científicas gregas pelos engenheiros da época fez florescer na Itália renascentista a produção de invenções mecânicas movidas à vapor, que viriam a servir de protótipos para as máquinas utilizadas mais tardiamente nas produções em larga escala das indústrias.

Dessa forma, os experimentos de Heron apresentaram um valor inestimável, tanto se considerados academicamente em termos de produção literária e contribuição com divulgação científica, quanto socialmente, ao analisar-se o impacto resultante da aplicação desses princípios elementares, aumentando de

forma significante a produtividade nas plantas de produção em escala, acarretando profundas mudanças na dinâmica social e econômica.

A revolução agrícola, no entanto, demarca um período que possibilitou ao ser humano o que se pode considerar como sendo o primeiro indício de busca de eficiência, ao procurar uma forma de reduzir o gasto em energia utilizada na coleta desses alimentos, e como resultado desenvolver o seu cultivo em um local por ele estabelecido e delimitado, quando ainda era parte de uma tribo de caçadores coletores.

De acordo com Harari (2017, p.91), o trigo, sendo o alimento mais cultivado à época, teria domesticado o *Homo sapiens* e não o contrário. Com isso, as suas atividades daquele momento em diante giravam em torno da cultura e manutenção da planta, incluindo a decisão de se instalar próximo a esses campos de trigo, dado que o alimento demandava muito esforço e atenção.

Observou-se então o aperfeiçoamento de ferramentas a serem utilizadas com a finalidade específica de cultivo de grãos, e outras atividades ligadas à nutrição e sobrevivência do grupo. Esses primeiros artefatos feitos em pedra pelo homem na pré-história podem ilustrar suas tentativas iniciais de submeter a força muscular ao comando da inteligência.

Outros instrumentos desenvolvidos mais tardiamente como a roda, a alavanca e a roldana favoreceriam, em tese, o uso eficiente da energia, mas estas ainda necessitavam de relativo esforço físico atrelado. De modo que, após algum tempo, as ferramentas passam a ser cada vez mais aperfeiçoadas e sua força motriz agora se apoia na natureza: moinhos movidos à água e vento, assim como máquinas movidas à vapor.

Nesse ponto se faz necessário diferenciar a máquina, e sua relativa complexidade, de ferramentas comuns. Segundo Marx (2013), embora matemáticos e mecânicos costumassem definir ferramentas como máquinas simples, e máquinas como ferramentas compostas, o fato de não se levar em consideração fatores econômicos e elementos históricos faria essa equiparação estar equivocada. Isso porque não estariam considerando o papel do homem nesse processo. Para o autor a questão principal pode ser explicada da seguinte forma:

> Por outro lado, procura-se a diferença entre ferramenta e máquina no fato de que, na ferramenta, o homem seria a força motriz, ao passo que a máquina seria movida por uma força natural diferente da humana, como aquela derivada do animal, da água, do vento etc. (Marx, 2013, p. 353).

Sendo assim, de acordo com a visão de Marx (2013), um tear manual, ao ser operado por um indivíduo seria classificado como ferramenta, enquanto um tear mecânico, se movido à vapor ou qualquer outra fonte de energia independente da ação humana, seria classificado como máquina.

Sobre as máquinas pode-se então estabelecer:

> Toda maquinaria desenvolvida consiste em três partes essencialmente distintas: a máquina motriz, o mecanismo de transmissão e, por fim, a máquina-ferramenta ou máquina de trabalho. A máquina motriz atua como força motora do mecanismo inteiro. Ela gera sua própria força motora, como a máquina a vapor, a máquina calórica, a máquina eletromagnética etc., ou recebe o impulso de uma força natural já existente e externa a ela, como a roda-d'água o recebe da queda-d'água, as pás do moinho, do vento etc. (Marx, 2013, p. 354).

Dessa forma o processo de mecanização, que consiste na substituição do trabalho mecânico (muscular) desempenhado pelo homem ou animal por uma força natural, instauraria uma ruptura nos padrões de produção e na estrutura econômica vigente.

Segundo Hitomi (2002), a utilização de utensílios para fins de produção seria o fator que, já no período neolítico, separava os homens dos animais, e seu uso com o intuito de aumentar a eficiência manufatureira demarcaria o primeiro passo na história do nascimento e utilização das ferramentas. O segundo e terceiro passo seriam a substituição do trabalho mecânico e mental, nessa ordem, desempenhados pelo homem, agora exercidos por máquinas.

Automação nos termos atuais estaria ligada, então, à forma automática de produção ou fabricação de bens. Sendo assim, um caminho em direção à automação seria uma consequência natural para qualquer tentativa de aumentar a eficiência e produtividade do trabalho.

Com o advento da revolução industrial, o trabalho humano dos artesãos foi perdendo a competição com as máquinas movidas a vapor ou teares hidráulicos, por exemplo, em termos de produtividade e escala. Como bem observado por Hobsbawn (2012, p. 210):

> A fase inicial da revolução industrial, como já vimos, não levou todos os trabalhadores para as fábricas mecanizadas. Pelo contrário, em torno dos poucos setores mecanizados da produção em grande escala, ela multiplicou o número de artesãos pré-industriais, de certos tipos de trabalhadores qualificados, e do exército de mão-de-obra doméstica (...). Nas décadas de 1820 e 1830, o avanço impessoal e poderoso da máquina e do mercado começou a deixá-los de lado.

Boa parte do desenvolvimento da automação se deu logo após a segunda guerra mundial, durante a qual estudos sobre computação, informática e sistemas de controle numérico foram impulsionados. E a utilização do termo, na forma que é, hoje, mais amplamente aceita deve-se a D.S.Harder, que, em 1936, cunhou o termo "automação" como uma versão simplificada de "automatização".

Para Harder o processo de automatização significava a transferência das peças na linha de montagem em um processo produtivo entre as máquinas sem a atuação humana (Hitomi, 2002). Nesses termos, é assim que pode ser entendida, considerando sua aplicação na indústria:

> Em seu uso moderno automação pode ser definida como uma tecnologia que utiliza comandos programados para operar um dado processo, combinados com retroação de informação para determinar que os comandos sejam executados corretamente (Dorf, 2001, p. 9).

Em suma, automação, hoje, pode ser entendida como a forma de operar funções repetitivas dentro de um processo produtivo, seja ele mecânico ou virtual, de forma retroativa sem interferência externa, através de controles programáveis e com o intuito de alcançar a máxima eficiência. No entanto, esse objetivo por vezes acaba gerando externalidades negativas sobre algumas variáveis econômicas, sobretudo o nível geral de empregos. A ver na seção a seguir.

2.2 AUTOMAÇÃO E DESEMPREGO

A ideia de que a introdução de uma nova tecnologia, ou modo de realizar um processo mais eficientemente de forma menos custosa, resultaria em um crescente aumento da massa de pessoas sem uma função a desempenhar na cadeia produtiva tem sido amplamente difundida já há bastante tempo.

Talvez, o exemplo mais antigo de uma discussão acadêmica a respeito do desemprego tecnológico, segundo Brynjolfsson (2011, p.6), parta de Aristóteles, que especula em seu Livro I da Política que, caso as máquinas se tornassem suficientemente avançadas, não haveria mais a necessidade de trabalho humano ou, naquele tempo, trabalho escravo.

No entanto, em termos históricos, o cenário vislumbrado por Aristóteles parece nunca se aproximar. Isso porque, majoritariamente, nas situações em que ocorreram uma ruptura ou inovação na forma de produção de uma economia, não tardou muito até que esses meios fossem concentrados em poder de uma minoria representativa da sociedade. Durante o surgimento do mercantilismo, por exemplo, a influência e poder adquiridos pela classe de mercadores, aliados aos interesses das monarquias, resultou em um conjunto de doutrinas que mantinham a população em estado de submissão involuntária, dadas as leis que beneficiavam e priorizavam o comércio e acúmulo de metais preciosos com vistas a uma balança comercial superavitária (Brue, 2006, p.15-17).

A ênfase na manutenção de uma população numerosa e de poucos recursos, de modo a tornar a oferta de mão de obra elevada e, consequentemente, os salários mais baixos como forma de reduzir o preço das exportações, tornava o trabalhador nessas circunstâncias semelhante à situação de escravidão. Esse fato, diga-se, não era difícil de ocorrer, tendo em vista que: "Em 1547, os que se recusavam a trabalhar eram condenados a ser escravos de quem os denunciasse" (Brue, 2006, p. 16).

Tal estrutura produtiva não passou por grandes transformações nos anos subsequentes. Fosse a riqueza proveniente do comércio, de acordo com os mercantilistas, ou da terra, como defendiam os fisiocratas, a classe trabalhadora não logrou maiores perspectivas como observado em outras camadas sociais. E o cenário resultante da revolução que se sucedeu deixou essa parcela da população ainda mais fragilizada e desamparada.

Campa (2014) cita que tanto para Marx, quanto para os ludistas[4] da revolução industrial, o processo de mecanização fabril não significou uma redução nas horas trabalhadas. Contrariamente, esse processo resultou

[4] Na Inglaterra do século XIX, movimento dos operários da indústria têxtil que protestava – frequentemente destruindo os teares mecânicos – contra as mudanças introduzidas pela Revolução Industrial. O nome do movimento deriva de Ned Ludd, um jovem que supostamente teria destruído duas máquinas de fiar em 1779 (Marx, 2013, p. 990).

em um aumento da migração para os centros urbanos, onde dentre os trabalhadores estavam inúmeros artesãos, que agora já não podiam competir em nível de produtividade com as máquinas automáticas.

Juntando isso à explosão populacional observada durante o período da revolução industrial, não seria surpreendente que esse processo levasse uma massa de trabalhadores a se submeter a condições de vida insalubres apenas para obter os meios básicos de subsistência.

Na melhor das hipóteses, este fato fazia com que homens independentes se transformassem em dependentes e que pessoas se transformassem em "mãos". Na pior das hipóteses, a mais frequente, criava multidões de desclassificados, empobrecidos e famintos tecelões manuais, tecelões mecânicos etc., cuja miséria gelava o sangue do economista mais insensível (Hobsbawn, 2012, p. 210).

Por mais contraproducente que pareça, essa multidão não poderia ser caracterizada como intelectualmente desqualificada, muito pelo contrário. Hobsbawn (2012) ressalta que muitos desses artesãos, que floresceram durante o período da revolução industrial, eram mestres em seu ofício, extremamente capacitados e habilidosos. Apesar disso, não atentaram para as transformações silenciosas que estavam ocorrendo ao seu redor.

Do mesmo modo, nos tempos atuais, o posicionamento de boa parte dos estudiosos que se contrapõem à ideia de que os crescentes avanços na automação dos postos de trabalho gerariam desemprego estrutural apoia-se unicamente na análise dos cenários precedentes em que a sociedade sempre acaba por se ajustar à estrutura produtiva resultante. Assim, tendem a ignorar que as variáveis agora em questão se sobressairiam, em termos de desempenho, na única categoria que até então diferenciara a espécie humana de todas as outras, ou seja, sua habilidade cognitiva de analisar, processar dados e tomar decisões estratégicas.

Os avanços nas áreas da microeletrônica e da informática a partir da década de 1970 tornaram possível considerar o cenário previsto por Aristóteles. Se antes funções repetitivas, que exigiam um relativo esforço físico dos trabalhadores, foram quase extintas nas plantas de produção por máquinas que beiram a autossuficiência (Ferreira, 1984), nos tempos atuais é possível testemunhar a gênese de sistemas altamente complexos, que visam, agora, substituir até mesmo cargos que antes exigiam um alto nível de esforço intelectual e especialização.

De acordo com Frey e Osborne (2013), para o mercado dos Estados Unidos, a automação colocaria cerca de 47% dos empregos americanos sob “alto risco”; estando, em uma amostra de 702 ocupações, quase metade correndo o risco de ser automatizada.

O que há de novo nesse estudo, é importante sublinhar, é o fato de que grande parte dos empregos sob risco de substituição pelas “máquinas” não se reserva apenas a funções outrora denominadas empregos de “chão de fábrica”, conhecidos por exigir, um menor grau de especialização dos trabalhadores.

No entanto, para alguns autores, nenhuma grande mudança de paradigma resultaria desses recentes avanços tecnológicos, já que cenários semelhantes teriam ocorrido em outras eras, e, portanto, não apresentam qualquer elemento que possa motivar o pânico generalizado, justificando que se houvesse a possibilidade de desemprego estrutural todos estariam desempregados e, no entanto, a produtividade só teria aumentado, nos últimos 200 anos.

Segundo Campa (2014) uma parcela da argumentação de que o desemprego estrutural diante de uma mudança tecnológica iminente se assemelharia a uma falácia ludista parte, em sua maioria, de economistas neoclássicos. Estes alegam que os trabalhadores, se demitidos nessas circunstâncias, facilmente seriam absorvidos por outro setor da economia, ou rapidamente contratados por outra empresa do mesmo ramo, seguindo a hipótese do pleno emprego.

Ainda assim, é importante destacar que até mesmo entre os economistas clássicos, onde a existência de pensadores como David Ricardo, que chegou inicialmente a acreditar que os avanços em tecnologia beneficiariam a população como um todo, não tardou a desenvolver um modelo abstrato, que defenderia a possibilidade do desemprego tecnológico, mostrando que esse argumento não representa uma unanimidade mesmo dentro dessa escola de pensamento.

Como Brynjolfsson (2011, p.35) mostra, a ideia inicial de Ricardo era de que em algum momento, dado o desenvolvimento tecnológico, o salário de equilíbrio do trabalhador cairia abaixo do nível necessário para a sua subsistência e um indivíduo racional não encontraria motivos para realizar uma tarefa por um salário tão baixo, de modo que decidisse por não ofertar sua mão de obra e sua função seria, então, exercida por uma máquina.

Além disso, uma questão crucial a ser considerada é que a suposta reabsorção dos trabalhadores, que os neoclássicos defendem, pela economia, não levaria em consideração seu nível de bem-estar, ao não considerar as condições de salubridade, segurança e até o valor do novo salário a ser obtido nesse processo de realocação para outra função. Um estudo realizado por Bessen (2019) para o caso específico da Holanda entre 2000-2016 mostra que a automação aumenta significativamente a probabilidade de que os trabalhadores sejam afastados de seu emprego, cerca de 2% a mais que os trabalhadores do grupo de controle, correspondendo a 16% de aumento na probabilidade de afastamento da empresa no primeiro ano de implementação da automação, seguido por uma série de afastamentos graduais.

Os efeitos desse afastamento se traduzem em uma renda menor para os trabalhadores a longo prazo, isso porque ao ser demitido, realocado para tarefas menos gratificantes ou pedir demissão, o desligamento do emprego implica em uma redução dos dias trabalhados e tem como reflexo uma perda de rendimentos salarias de cerca de 11% da renda de um ano.

E o estudo conclui que mesmo em um país conhecido pelo alto nível de seguridade social, apenas uma fração dessas perdas seria compensada pelos benefícios do governo. Isso, sem levar em consideração os trabalhadores mais velhos, cuja aposentadoria antecipada culminaria em alguns anos de rendimentos perdidos.

De forma análoga, parte dos teóricos acredita que inovações tecnológicas podem levar à perda de empregos momentaneamente, mas, por outro lado, consideram inegável que a automação teria efeitos positivos na vida do trabalhador no longo prazo, dados os aumentos nos níveis de produtividade e redução das taxas de inflação. Umas das principais dúvidas é, caso essa inovação tenha um impacto negativo sobre o nível geral de empregos, se ele seria duradouro.

O estudo de Mincer e Danninger (2000) mostra que, embora no curto prazo o progresso tecnológico pareça ter efeitos incertos sobre o desemprego global, no longo prazo ele se reduz. Ainda, quando eles incluem um período de defasagem de 5 anos a evidência que apoia um efeito de curto prazo da tecnologia sobre o emprego parece também desaparecer, sugerindo que o desemprego tecnológico poderia ser um "mito".

E, ainda, conclui que a tecnologia aumenta o salário da população com maior nível de educação no curto prazo, mas esse efeito de estende para outros níveis de instrução no longo prazo, quando se permite observar os efeitos de outras variáveis como educação e treinamento após o período estipulado.

Levando em consideração esse fator, com respeito às habilidades e grau de instrução da população economicamente ativa, outros estudos, entretanto, levantam a questão de que existe uma distância considerável entre as competências necessárias para desempenhar tarefas simples nas fábricas e as mais cognitivamente desafiadoras.

Para Rifkin (1995, p.36) há uma armadilha hábil entre as funções que passam a ser desempenhadas pelas máquinas e as competências necessárias para operá-las. Ao perderem seus empregos muitos trabalhadores perdem também a única coisa que garantiria sua sobrevivência, isso porque muitos dos empregos gerados pela instalação dessas máquinas nas plantas produtivas necessitam de um funcionário com o mínimo de conhecimento na área de programação de computadores, por exemplo, para controlá-las, e esses trabalhadores afastados, habituados a desempenhar funções simples, não conseguem alcançar esses requisitos.

Ainda segundo o autor, em uma tentativa de retreinar essa massa trabalhadora para obter sucesso na "nova economia", os programas do governo recebem várias críticas, supondo ser esta uma política falha. Isso porque acredita-se que a lacuna entre as competências necessárias para esses empregos e as habilidades que os trabalhadores afastados possuem não seriam equivalentes.

Um estudo feito pelo departamento americano do trabalho em 1993, constatou que menos de 20% dos trabalhadores que passam pelos programas de retreinamento conseguem ser realocados ganhando pelo menos 80% do valor de seu salário anterior Rifkin (1995, p.37). Assim, mesmo se os trabalhadores conseguissem ser retreinados para essas novas posições, o número de empregos gerados na área de automação não seria suficiente para absorver o mesmo volume de funcionários por ela substituídos.

Para Paul Krugman, apud Campa (2014), os problemas que foram ocasionados pelo processo de mecanização na era da revolução industrial seriam facilmente corrigidos graças a um processo intensivo de educação. No entanto, os problemas gerados pela inteligência artificial, como uma ameaça recente aos

empregos, por exemplo, não se resolveriam da mesma forma, tendo em vista que até as pessoas com alto nível de escolaridade seriam afetadas de maneira similar.

Não obstante, a dependência de uma ação coordenada por parte do governo também não parece, da mesma forma, surtir qualquer efeito. Isso porque da maneira que as mudanças ocorrem, sutil e gradualmente, torna-se uma tarefa árdua elaborar um plano de ação sem a presença de estatísticas alarmantes o suficiente que justifiquem tais medidas.

Como pode ser observado em Bessen (2019), mesmo que a implementação da automatização de um processo implique na saída de funcionários da empresa, não é esperado que isso impulsione um êxodo em massa. E ainda que essas demissões esporádicas não configurem um cenário pessimista, esse processo dificulta uma resposta pública aos danos da automação.

Uma visão comum àqueles que discutem os efeitos da automação no mercado de trabalho é que ela afeta somente as funções que necessitam de menos especialização ou pouca mão de obra qualificada, mas de acordo com Katz (2013) esse argumento pode ter sido verdadeiro ao tratar de meados do século XIX e início do século XX, onde inovações na planta produtiva favoreciam os trabalhadores mais qualificados. Já no século XXI mesmo que boa parte das funções intensivas em mão de obra venham a se tornar escassas, ainda restam ocupações que resistem à automação. Isso porque funções que trabalham com o desenvolvimento de novas ideias e exigem um alto potencial criativo, por exemplo, ainda se sobressaem às máquinas e computadores, tendo em vista que eles ainda não podem criar algo realmente novo, cujas variáveis estejam fora de seu banco de dados.

A habilidade de desenvolver novas ideias e conceitos, criteriosamente, vale ressaltar, seria o que segundo Brynjolfsson (2018, p.164) daria aos seres humanos uma vantagem comparativa. Isso porque uma máquina poderia simplesmente criar hipóteses baseando-se puramente em combinações de outras hipóteses previamente armazenadas em sua memória. Mas o desenvolvimento de teorias que, submetidas ao método científico, conseguem obter êxito, seria uma habilidade mais facilmente demonstrada por cientistas humanos do que programas de computador por exemplo.

O estudo de Frey e Osborne (2013) salienta que ocupações que demandam criatividade e habilidades sociais apresentam maior resiliência à automação. No entanto, atribuições relativas ao trabalho em escritórios, por exemplo, que exigem um nível razoável de especialização, vêm sendo amplamente substituídas por programas de computador autônomos.

De acordo com Baldwin (2019, p.162), as ocupações que estariam mais expostas ao risco de extinção são justamente essas relacionadas às rotinas nos escritórios, e mesmo que essa transição em direção à automação venha a reduzir significativamente as vagas disponíveis, outras novas serão criadas, principalmente em áreas nas quais as máquinas trabalhariam em colaboração com um supervisor humano. Ainda assim as estimativas feitas por uma empresa de consultoria (*Forrester*), para o mercado americano, são de uma redução de 7% de empregos até o ano de 2025. Assim, cerca de 1 em cada 14 vagas de emprego serão perdidas.

Para o caso do Brasil, o estudo de Albuquerque et. al (2019), utilizando a metodologia de Frey e Osborne (2013), fez um levantamento da probabilidade de automação das ocupações no país e constatou que entre cerca de 45.859.149 dos trabalhadores consultados, e, cuja probabilidade de automação das funções encaixa-se em alta ou muito alta o número de empregados nessa situação foi de 54,45%.

O estudo citado reforça ainda a ideia de que mesmo que no curto ou médio prazos ocorra uma redução no número de funções que exijam pouca preparação, no longo prazo aquelas que enfatizam, segundo os autores, valores como a empatia, cuidado e interpretação subjetiva apresentam um grau maior de resistência à automação.

De outro modo, ocupações que também compõem o setor de serviços, e que, como reflexo, empregam a maior parcela da população, e abarcam desde as funções que envolvem apenas a manipulação de objetos, serviços de varejo até atividades mais complexas nas áreas de jornalismo, finanças, saúde e construção civil estão em processo de substituição pelas máquinas. Assim, ao serem integradas à inteligência artificial, colocam em risco um dos setores mais tenazes da economia, testando sua capacidade de reinvenção e adaptabilidade.

2.3 PERSPECTIVAS PARA O SETOR DE SERVIÇOS

Essa seção aborda de maneira mais detalhada o foco principal do trabalho, que é observar os efeitos das formas contemporâneas de automação sobre um setor altamente adaptável e, supostamente, improvável

de se tornar marcadamente mecânico. Nele são expostas as tecnologias emergentes que ameaçam sua tenacidade, os resultados dessa integração e soluções possíveis.

2.3.1 Características e desempenho

Para melhor caracterizar, vale observar que o setor de serviços se distingue pela abrangência e heterogeneidade de suas atividades econômicas. Segundo informações do IBGE:

> O setor apresenta, tradicionalmente, baixa concentração de atividade econômica. Em 2014, observou-se um grau de concentração de 9,4%, nível característico de mercados desconcentrados. Contudo, há atividades cuja estrutura de mercado registraram grau de concentração elevado: transporte dutoviário (99,7%), transporte aéreo (92,2%), transporte ferroviário e metroviário (82,0%) e correio e outras atividades de entrega (81,6%).

O setor terciário, dentro do qual as funções de serviço estão inseridas, inclui as atividades de comércio, transporte, serviços e outras atividades econômicas. Porém nesse setor, os serviços constituem a maior parcela das operações, de modo que, por vezes, ambas as nomenclaturas são consideradas equivalentes. Mas, de forma contrária, seus dados não são tratados da mesma forma.

Ao calcular o produto interno bruto (PIB) dos municípios brasileiros, por exemplo, o IBGE leva em consideração todas as atividades do setor terciário incluindo o comércio. No entanto, a Pesquisa Anual de Serviços (PAS) não abarca as estimativas desse setor, nem empresas prestadoras de serviços financeiros, igualmente. De acordo com sua descrição:

> A Pesquisa Anual de Serviços - PAS tem por objetivo identificar as características estruturais básicas do segmento empresarial da atividade de serviços no País e suas transformações no tempo, contemplando, entre outros aspectos, dados sobre pessoal ocupado, salários, receitas, despesas e valor adicionado (IBGE).

Porém, mesmo que essa forma de mensurar os dados reduza o escopo de atividades analisadas, ainda assim o setor de serviços demonstra grande expressividade quando considerada sua importância em matéria de rendimentos obtidos na economia.

A variedade de atividades exercidas revela a natureza dinâmica e adaptável do setor, que nas últimas décadas vem se destacando, sobretudo, pela crescente participação na atividade econômica. Desse modo, o estímulo às atividades no setor de serviços, abarcando o maior número de empregos disponíveis, implicaria em uma economia aquecida, dado que isso se reflete no número de pessoas ocupadas, muito embora disparidades de renda ainda sejam observadas pelas divergências em produtividade e salários, a depender do tipo de serviço prestado.

Assim, é válido observar o processo de migração para uma economia baseada em serviços, tendo em vista o intuito de caracterizar em que nível de desenvolvimento determinada economia se encontra. Essa transição para um setor de serviços mais expressivo seria, então, um indicador de uma economia com alto nível de desenvolvimento. Segundo a hipótese dos três setores, o foco da atividade econômica muda do setor primário para o secundário e então para o setor terciário, acompanhando o nível de desenvolvimento.

Desse modo, ao apresentar um setor de serviços em expansão, segundo o estudo de Silva et al. (2016), o Brasil estaria no caminho para se tornar uma economia desenvolvida, muito embora a formação desse setor não tenha apresentado, historicamente, as mesmas características das economias já desenvolvidas.

Mas, ainda assim, estaria suscetível aos mesmos efeitos observados nessas outras economias, onde o investimento intensivo em tecnologias que visam a eficiência, acarretasse tamanho impacto sobre o nível de empregos e salários.

Apesar da classificação das atividades econômicas em três setores, alguns estudiosos defendem que atividades intelectuais, tais como geração e troca de informação, educação, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias da informação e da comunicação e a alta tecnologia em geral, não se adequam a essa divisão e defendem a criação de um quarto setor, no qual elas estariam inseridas.

Para Busch (2008) as nações desenvolvidas deveriam se voltar a maximizar seus ativos em informação e conhecimento de modo a ganhar competitividade, considerando uma economia global. O setor quaternário seria, então, aquele no qual as empresas investiriam com vistas a garantir a expansão de seu patrimônio.

Portanto áreas que costumeiramente envolvem os setores de pesquisa e desenvolvimento seriam realocadas a um novo setor da economia, de modo a permitir a capacitação da mão de obra excedente, a qual resultaria do processo de intensificação da automação no setor de serviços.

Enfim, para o setor privado essa seria uma iniciativa atenuante dos impactos causados por essa dinâmica. Essas empresas estariam financiando e incentivando uma transição mais branda para os processos de automação que se seguiriam.

2.3.2 Inteligência artificial e aprendizado de máquina

Primordialmente as tentativas de tornar os processos produtivos mais eficientes se restringiam aos sistemas mecânicos, a evolução da ciência da computação juntamente à neurociência possibilitou um vislumbre do que seria um sistema cognitivo totalmente automático.

Ou seja, se antes as máquinas podiam reproduzir atividades motoras repetitivas com vistas a alcançar a máxima eficiência, agora seria possível também automatizar as atividades intelectuais, criando assim máquinas inteligentes que pudessem simular o ato de "pensar".

O estudo de Fan et al (2020) argumenta que o desenvolvimento do microscópio possibilitou analisar as conexões entre neurônios no sistema nervoso, e que, cientistas da computação buscaram nessa relação inspiração para o desenvolvimento de redes neurais artificiais, que serviriam de protótipo ao desenvolvimento da inteligência artificial.

A capacidade de digitalizar e reproduzir as aptidões do cérebro humano possibilitaria então aos computadores, integrados às máquinas, a manipulação e controle da quase totalidade dos processos de produção. Além de alastrar os efeitos observados nos outros setores, também incluiria aqueles que necessitam de um alto nível de capacitação.

Desse modo, a inteligência artificial seria o fator que impulsionaria as alterações na estrutura do setor de serviços, sendo responsável tanto pelas mudanças nos níveis de produtividade quanto na realocação das atividades e redução no número de funcionários necessários para realizar uma determinada tarefa, como ocorrido nos demais setores.

Ainda assim, como característico a todo componente inanimado, não era possível que essa tecnologia operasse atividades que estivessem fora do seu escopo pré-determinado de funcionamento em sua fase inicial de aplicação. Segundo Fan et al (2020), o propósito da inteligência artificial reside na investigação de teorias e desenvolvimento de sistemas de computador que são capazes de performar atividades que exigiriam a presença de inteligência humana sejam elas percepção, reconhecimento, tomada de decisões e controle.

Dessa forma uma evolução na área significaria obter, com sucesso, a execução de atividades cujo grau de especificidade tornava estritamente necessária a presença de um trabalhador qualificado, analisando e decidindo os rumos do processo. De modo que, supor que uma máquina seria inteligente implicaria à mesma demonstrar habilidades de resolução de problemas, capacidade de aprendizado e percepção.

Máquinas conseguem fazer isso via aprendizado de máquina, que permite adquirir informação e competências analisando dados, fazendo-as melhores através das relações que elas descobrem, ou seja, elas ensinam a si mesmas.

Sendo um dos métodos mais utilizados para treinar os computadores em reconhecimento de padrões e análise de dados, o aprendizado de máquina (*machine learning*) é um ramo da inteligência artificial que se baseia na ideia de que sistemas podem aprender através de dados (ou bancos de dados), identificar padrões e tomar decisões com a mínima intervenção humana possível.

De acordo com Brynjolfsson (2014, p.80) e Ford (2015, p.89), aprendizado de máquina é a capacidade de um computador em aprimorar seus próprios métodos e melhorar seus resultados à medida em que colhe mais dados, de forma automática. Esse processo envolve geralmente duas etapas, primeiro treina-se um algoritmo com uma base de dados e então ele é aplicado para resolver problemas de natureza semelhante ao ser exposto a novas informações.

Até pouco tempo atrás, mesmo as máquinas mais avançadas eram incapazes de realizar tarefas demasiadamente complexas, ainda que fossem eficientes em executar tarefas específicas e previsíveis, ou repetitivas. Mais recentemente, ao incorporar esses novos métodos de análise, o tratamento de grandes volumes de informações passa a se tornar uma tarefa na qual as máquinas adquirem uma vantagem relativa.

Ao se considerar as funções mais complexas como uma série de tarefas específicas menores, não seria difícil supor que, ao esmiuçar essas funções, a inteligência artificial encontrasse mais atividades passíveis de reprodução por repetição, ou seja, automação. Logo esse processo estaria deixando muito pouco espaço para os humanos atuarem em sua área de especialização.

Esses avanços trouxeram, novamente, implicações socioeconômicas, no que concerne às funções desempenhadas, agora, no setor de serviços. Em situações anteriores foi possível observar que, a parte dos postos de trabalho substituída pela automação podia ser recompensada pela criação de outras funções ou realocação da força de trabalho humana para outros setores, muito embora isso não implicasse, necessariamente, uma melhor posição para o trabalhador.

Porém, no contexto atual, até mesmo áreas que exigem elevada especialização estariam expostas aos riscos da inserção de um componente automático em tarefas nas quais o homem possuía, até o momento, superioridade cognitiva. O setor de serviços engloba atividades nas quais tais aptidões são de suma importância, ou seja, grande parte das funções desempenhadas no setor apresenta etapas especificas que não seriam, em tese, facilmente executadas por uma máquina comum, mas o mesmo não pode ser afirmado sobre máquinas inteligentes.

O Estudo de Frey e Osborne (2013) constata que uma parcela substancial dos empregos no setor de serviços, que, no caso do mercado americano, só teria aumentado nas últimas décadas, apresenta um grau elevado de suscetibilidade à automação computadorizada, nesse caso, justificado pelo aumento do mercado de robôs desenvolvidos para serviços e a redução da vantagem comparativa em tarefas que exijam destreza e mobilidade.

Desse modo, o processo de redução de atividades a serem desempenhadas dentro de uma economia, acarretado pela intensificação da automação, assemelha-se ao mesmo ocorrido nas outras plantas produtivas, e pode sugerir uma correlação negativa entre o aumento da demanda por robôs ou máquinas inteligentes e o número de ocupações restantes no setor.

Por fim, a aplicação da inteligência artificial ao setor de serviços indica uma transição gradual para um cenário em que as ocupações se tornem mais escassas, sendo necessário antever quais as implicações socioeconômicas resultantes.

2.3.3 Implicações para a economia e possíveis soluções

Em um mercado competitivo é provável que as empresas, preocupando-se com a concorrência, e com vistas a reduzir os custos ou a rotatividade dos trabalhadores na produção, optem cada vez mais pela adaptação e integração dos processos automáticos em sua rotina de trabalho. No entanto, essa adequação acaba por ter um efeito desbalanceado entre a distribuição de ganhos para o capital ou para a parcela do trabalho. Isso porque, ao decidir a melhor alocação, elas podem acabar reincidindo em optar pela intensificação da automação, caso a manutenção das máquinas se torne mais barata do que os custos de manter um funcionário.

O estudo de Acemoglu (2018) mostra que o efeito deslocamento causado pela automação tende a diminuir a demanda por trabalho e reduzir os salários, mas que esse efeito seria neutralizado, em tese, pelo aumento da produtividade advinda da redução dos custos com pessoas empregadas.

Costumeiramente, deveria haver um aumento na demanda por trabalho em outros setores, ou atividades que essas máquinas ainda não podiam realizar, de modo que a economia rapidamente voltasse ao seu equilíbrio. No entanto, uma das forças que desaceleram esse processo de ajustamento seria justamente uma incompatibilidade entre as competências necessárias para operar as novas tecnologias, comprometendo os ganhos de produtividade.

Ainda segundo Acemoglu (2018) o problema principal dessa interação não seria que os trabalhadores fossem menos instruídos, mas que não possuíssem os tipos de habilidades específicas necessárias. E ainda, mesmo que incentivos em educação fossem realizados, não se sabe ao certo quais novas aptidões seriam requeridas.

Desse modo, enquanto as empresas investem na intensificação do capital, por incompatibilidades na área de empregos, a automação aumenta o produto por trabalhador mais do que aumenta os salários e assim reduz a participação do trabalho na renda nacional. O ritmo no qual as empresas investem em capital físico não permite aos trabalhadores se especializarem com igual velocidade, e a criação de novos postos de trabalho também não alcança a mesma rapidez.

Esse desemprego observado também poderia ser explicado pela incapacidade dos salários ofertados em cobrir os custos básicos de subsistência e assim os trabalhadores optariam por não ofertar sua mão de obra fazendo com que o trabalho fosse executado por uma máquina, de forma mais barata.

Para Brynjolfsson (2011, p.36) mesmo que o progresso tecnológico contribua para o aumento da produtividade e da renda agregada, ele também pode resultar em uma divisão não igualitária dessa renda, o que potencialmente deixaria as pessoas em um estado pior do que estavam antes da inovação.

Brynjolfsson (2016, p.117) pontua que entre 1983 e 2009 os Estados Unidos testemunhou um aumento em sua riqueza vindo majoritariamente de uma apreciação no valor total de seus ativos. No entanto 80% do percentil mais baixo da distribuição de renda viu sua riqueza encolher, e os 20% restantes da distribuição (o percentil mais elevado) teve não somente um aumento de 100% em seus ativos, mas seus ganhos incluíam também parte da riqueza pertencente aos 80% sendo redirecionada a esses setores mais abastados.

Ademais, foi possível observar também a estagnação da renda mediana e o aumento da discrepância entre sua medida e a da renda média, o que seria um indicador do aumento da desigualdade. Já que os ganhos de produtividade advindos da inovação tecnológica deveriam, em tese, beneficiar a economia como um todo e, nesse caso, as duas medidas apresentariam valores similares. Os valores divergentes mostram que essa tendência apenas torna clara a destinação dos recursos ganhos com a intensificação do capital em favor de uma minoria já privilegiada.

Ainda segundo o autor a principal disputa se dá, nesse caso, entre o capital e o trabalho. Isso porque grande parte da produção depende das máquinas e humanos, e, a riqueza gerada seria dividida de acordo com o poder de barganha de cada uma dessas partes. De modo que esse poder refletisse, teoricamente, a contribuição e importância de cada um desses insumos na produção.

Sendo assim, a tecnologia acabaria por reduzir o valor do capital humano nesse processo, fazendo com que os proprietários das máquinas fossem capazes de capturar a maior parcela dos bens e serviços produzidos. Isso acabaria por afetar a distribuição de renda, e, consequentemente a demanda agregada, desencadeando inúmeros efeitos adversos que coloquem essa economia em risco.

Assim, os cenários resultantes dessa interação precisam ser analisados com a devida cautela, para que seja possível antever medidas que atenuem os conflitos observados, ou ainda, que forneçam uma transição harmoniosa para uma perspectiva com maiores níveis de bem-estar social.

Tendo em vista os cenários apontados pelos principais teóricos na área, e dado o aumento exponencial sob o qual as principais descobertas relacionadas à inteligência artificial tem ocorrido, é natural que se procure solucionar os problemas resultantes desses possíveis desdobramentos.

Alguns dos estudiosos propõem, como uma das soluções, a criação de uma renda básica como mecanismo que venha a suprir as necessidades de subsistência da população prejudicada pela falta de empregos em vista da automação.

Gianinazzi (2017) defende que: "Essa renda deve ser 'suficiente' para evitar a pressão ao emprego que favoreceria a queda dos salários e a proliferação de empregos indignos". Sendo assim, o valor pago ao trabalhador deve ser o suficiente para mantê-lo acima da linha da pobreza.

Segundo Brynjolfsson (2014, p.198) a ideia de uma renda básica universal não é recente e tem sido defendida por vários economistas de ambos os lados do espectro político. Porém, a resistência encontrada por parte de alguns trabalhadores e sindicatos, que não gostavam da ideia de ter seus impostos sendo direcionados em forma de benefícios a outros trabalhadores que, segundo eles, poderiam trabalhar, mas optavam por não o fazer, e, também, por temer que a legislação sobre o salário-mínimo fosse afetada; acabava por dificultar sua implementação.

Dessa forma, o desenho de uma política de renda básica deveria especificar a natureza dos recursos utilizados. Uma forma sugerida de redistribuir seria a taxação de fortunas advindas desse processo de automação intensificada, ou mesmo de máquinas inteligentes, visando a desaceleração dessa intensificação, e a transferência da riqueza gerada para os trabalhadores desempregados afetados.

> Essa renda deve também ser destinada a todos e sem condição alguma: é assim que se evita a armadilha do assistencialismo e do controle social, e se tira daqueles que dispõem de grandes rendas, cuja alocação será recuperada por um imposto progressivo (Gianinazzi, 2017).

Ou seja, o pagamento dessa renda não deveria estar ligado a qualquer elemento condicionante. Se, por exemplo, a renda básica fosse paga somente ao trabalhador desempregado, quando esse encontrasse um emprego, além de ter o benefício cortado, e ao comparar o montante recebido antes com o valor restante de seu salário após a dedução das taxas, faria com que mesmo se encontrasse em pior situação do que se continuasse desempregado, portanto, tal cenário incentivaria a ociosidade.

Como uma tentativa de aplicação dos conceitos de renda básica universal pode-se citar um estudo realizado na Finlândia entre os anos de 2017 e 2018, onde cerca de 2000 participantes com idades entre 25 e 58 anos foram selecionados aleatoriamente a receber 560 euros, independentemente de sua renda ou se estavam à procura de emprego, por dois anos. Kangas et.al (2019), Verho et.al (2021)

Embora não tenha obtido resultados claros quanto a geração de empregos, dadas as limitações do estudo, os indivíduos relataram uma melhor percepção de bem-estar econômico e saúde mental, menos sinais de stress e depressão, além de melhora na função cognitiva.

E, ao contrário do que sugerem algumas linhas de pensamento, trabalharam cerca de 6 dias a mais do que os indivíduos no grupo de controle. Pessoas que receberam a renda básica demonstraram uma maior probabilidade em estar empregadas do que aquelas no grupo de controle, e as diferenças, ainda que pequenas, foram estatisticamente significantes.

Por fim, a elaboração de tal política tende a depender das especificidades de cada país, do seu nível de desenvolvimento e de como seus recursos são alocados. Dentre os estudos analisados fica evidente que, mesmo que o aumento dos investimentos em educação não se mostre suficiente, é inegável que as disparidades nos níveis de capacitação tendem a se acentuar ainda mais em um cenário altamente automatizado, elevando os níveis de desigualdade e comprometendo o bem-estar social.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho expôs o que as principais correntes teóricas têm defendido a respeito dos efeitos da automação sobre o nível de emprego com foco em uma área caracterizada por seu imensurável potencial de reestruturação que é o setor de serviços. Para tal, conceitos e contextos necessários ao entendimento pormenorizado do assunto foram abordados nas seções iniciais da revisão bibliográfica, estabelecendo as bases do tópico a ser discutido e analisado mais detalhadamente em sua última seção.

Dentre as argumentações levantadas ficou claro que determinadas linhas de pensamento econômico ainda sustentam que os efeitos da automação sobre os empregos seriam facilmente atenuados por outros fatores, dentro da hipótese de livre mercado. Porém boa parte dos teóricos é enfática ao afirmar que no cenário atual outras variáveis, recentes, precisam ser levadas em consideração, sobretudo por essas variáveis acabarem beneficiando setores da economia, historicamente, em posição mais vantajosa.

A principal questão levantada pelo artigo refere-se ao setor de serviços: estaria este tão suscetível à queda brusca no número de ocupações, ocasionada pela introdução de novas tecnologias, como ocorrido nos outros setores? Do exposto, pode-se sugerir que, ainda que não aconteça uma reação massificada, como nas situações anteriores, os postos de trabalho no setor terciário estão expostos aos mesmos efeitos de substituição pelas máquinas ou processos automatizados ocorridos no passado.

No entanto, a problemática resultante, no momento, está mais relacionada à velocidade com a qual os trabalhadores serão substituídos e quão rápido eles conseguirão se adaptar para aprender o conjunto de habilidades exigido nessa nova configuração. E soluções que seriam aplicáveis aos outros setores, como retreinamento, não teriam o mesmo resultado nos serviços.

Dado que o processo de automação tem se expandido além da capacidade das empresas de reter trabalhadores e criar empregos, é importante a atuação da comunidade acadêmica buscando de antemão prever soluções para a realocação de uma possível geração de mão de obra ociosa, assim como na formulação de políticas que auxiliem nesse processo de adaptação, para que uma transição ocorra de maneira harmoniosa.

Tendo em vista os impactos resultantes de situações semelhantes já ocorridas, há que serem propostas políticas a adotar para alcançar um maior nível de bem-estar social sem que para isso tenha que estagnar a produção tecnológica e científica. Para tanto, a integração entre a política de renda básica universal e outra que incentive tanto a educação quanto a intensificação das áreas de pesquisa e desenvolvimento poderia garantir tanto o grau de competitividade de um país quanto a melhora nos níveis de bem-estar da população.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D.; RESTREPO, P. **"Artificial Intelligence, Automation and Work"**, MIT Department of Economics Working Paper, No. 18-01 (2018)

ALBUQUERQUE, P. et. al. **"Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil".** Texto para Discussão (IPEA), v. 2457, p. 1-32, (2019)

BALDWIN, R. **The globotics upheaval: globalization, robotics, and the future of work**, New York, Oxford University Press. (2019)

BATISTA, A.; HEGELE, F.; OLIVEIRA, E. **"A importância de serviços no brasil por meio de setores-chave: uma análise sobre a matriz insumo-produto de 2013".** Revista de Desenvolvimento Econômico, v. 1, p. 322-345. (2018)

BESSEN, J. et al. **"Automatic Reaction – What Happens to Workers at Firms that Automate?",** Boston University School of Law, Law and Economics Research Paper, No. 19-2, (2019).

BOAS, M. "**Hero's Pneumatica: A Study of Its Transmission and Influence**", Isis, Vol. 40, p. 38, (1949)

BRUE, S. **História do pensamento econômico.** São Paulo. Thomson Learning (2006)

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFFEE, A. **Race against the machine: how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy.** Digital Frontier Press. (2011)

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFFEE, A. **The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies** 1.ed. W. W. Norton & Company. (2014).

BUSCH, P. **"Tacit Knowledge in Organizational Learning"**. London, IGI Publishing, (2008)

CAMPA, R. **"Technological Growth and Unemployment: A Global Scenario Analysis"**. Journal of Evolution and Technology.(2014)

COHEN, B. "**Howard Aiken: Portrait of a Computer Pioneer".** Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. (2000)

CLARK, C**. Conditions of Economic Progress.** (1940). Disponível em <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.223779/mode/2up?q=remaining>. Acesso em 10 de setembro de 2021.

DORF, R.; BISHOP, R. **Sistemas de controle modernos** - 8.ed. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, (2001)

FAN, J. et al. **"From Brain Science to Artificial Intelligence"**, Engineering, Vol.6, 3.ed., 248-252 (2020)

FERREIRA, C. G. **O impacto da automação sobre o nível do emprego - algumas considerações.** Belo Horizonte: CEDEPLAR, 20p. (1984)

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

FREY, C.; OSBORNE, M. **"The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?"** Technological Forecasting and Social Change 114, 254-280 (2013)

GIANINAZZI, W. **"O capitalismo imaterial e a produção de si, segundo André Gorz".** Caderno CRH, vol. 30, núm. 81, pp. 417-426 (2017)

HARARI, Y. N. **Sapiens: Uma breve história da humanidade.** 27.ed. Porto Alegre. L&PM (2017)

HITOMI, K. "**Automation — its concept and a short history"**, Technovation, vol. 14, no. 2, 121-128, (1994)

HOBSBAWM, E. J. **A era das revoluções**. 9.ed. São Paulo: Paz e Terra, (2012)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Disponível em < https://brasilemsintese.ibge.gov.br/servicos.html>. Acesso em 10 de setembro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/servicos/9028-pesquisa-anual-de-servicos.html?=&t=conceitos-e-metodos> . Acesso em 10 de setembro de 2021.

KANGAS, O. et. al. **"The basic income experiment 2017–2018 in Finland. preliminary results"**. Ministry of Social Affairs and Health, Helsinki. (2019)

KATZ, L.; MARGO, R. (Feb 2013). **"Technical change and the relative demand for skilled labor: The united states in historical perspective"**. National Bureau of Economic Research. (2013)

KOETSIER, T. "**On the prehistory of programmable machines: musical automata, looms, calculators"**. Mechanism and Machine Theory, vol. 36, no 5.(2001)

MARX, Karl. **O capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital (1867)** (trad. Rubens Enderle). São Paulo: Boitempo, (2013)

MINCER, J.; DANNINGER, S. **Technology, Unemployment, and Inflation** (2000)

RIFKIN, J. **The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era**. Putnam Publishing Group. pp. 66, 75. (1995)

SILVA, C.; FILHO, N.; KOMATSU, B. **"Uma abordagem sobre o setor de serviços na economia brasileira"**. Insper. n. 19. (2016)

VERHO, J.; HAMAILAINEN, K.; KANNINEN, O. **"Removing welfare traps: employment responses in the finnish basic income experimente".** VATT Working Papers. Finland. (2021)