

IMPACTO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NOS EMPREGOS E O FUTURO DO TRABALHO PÓS ERA COVID

Euriam Barros de Araújo¹; Zulmara Virgínia de Carvalho²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação - PPgCTI
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil
euriam@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação - PPgCTI
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil
zulmara.carvalho@ufrn.br

Resumo

Na história da humanidade, as inovações tecnológicas foram as principais responsáveis pelo desenvolvimento e dominância do homem no planeta. Do advento da Quarta Revolução Industrial, derivam potenciais inovações tecnológicas entre os domínios físicos, digitais e biológicos que devem impactar profundamente a maneira como se vive, se relaciona e se trabalha. Ao mesmo tempo que podem se traduzir em melhor qualidade de vida, com mais renda e mais emprego, as referidas inovações tecnológicas podem figurar cenários de potencialização de plurais desigualdades. Nessa direção, diversos estudos sobre a relação entre inovação e emprego trazem debates, questionamentos e paradoxos para a sociedade, apresentando tanto cenários futuros utópicos quanto distópicos. Centrada na referida relação, a presente pesquisa visa contribuir na reflexão acerca dos possíveis impactos das inovações tecnológicas do paradigma tecnoeconômico vigente nos empregos e o futuro do trabalho pós Era COVID-19. A estrutura metodológica da investigação conta com a realização de prospecções na plataforma The Lens e a análise de alguns resultados evidencia a aceleração da Transformação Digital, frente ao contexto pandêmico. Adicionalmente, tendências do futuro do trabalho foram discutidas.

Palavras-chave: inovação; emprego; revolução industrial; COVID-19; pandemia.

1 Introdução

Desde o surgimento das primeiras inovações promovidas pela espécie *homo sapiens*, o seu desenvolvimento foi cada vez mais sendo acelerado, assim como a sua ocupação e dominância no planeta, produzindo desde ferramentas rudimentares até as recentes maravilhas tecnológicas como os *smartphones*. Essencialmente, as inovações surgiram e surgem mais facilmente com o viés social e menos técnico, diretamente relacionado à evolução humana. Segundo Hippel (2019, p. 161), nossos ancestrais eram, assim como nós, denominados inovadores sociais, pois resolviam seus problemas socialmente em vez de inventarem novos produtos.

Inúmeros são os debates e discussões entre inovações, (des)emprego e condições de trabalho, a exemplo dos luditas - trabalhadores ingleses do ramo de fiação e tecelagem - na primeira Revolução Industrial que chegavam a danificar máquinas. As inovações possuem consequências inesperadas após as suas implementações, e as mesmas não tem como premissa nem objetivam o aumento de empregos e sim a comodidade, facilidade, redução do tempo para a realização de tarefas, entre outros.

Além disso, as inovações sozinhas não são as únicas responsáveis pela prosperidade:

À medida que as inovações se difundem e seu consumo se generaliza, há uma tendência de redução das margens de lucro e geração de capacidade ociosa. Conseqüentemente, o investimento se retrai, as empresas reduzem custos, demitem mão de obra e a economia entra em recessão. A alternância entre recessão e prosperidade não depende apenas do surgimento de inovações, mas da criação de condições institucionais adequadas para sua difusão [...], segundo Tigre (1997, p. 02).

Como a chegada da Quarta Revolução Industrial, suas tecnologias disruptivas (como a inteligência artificial) também geraram novos mercados, atingiram diretamente diversos empregos e o aumento de novas habilidades para desempenhá-las.

Diante dessas questões, o objetivo da pesquisa é avaliar estudos sobre a relação entre inovação e (des)emprego, além de tendências de cenários futuros para as profissões com o impacto da pandemia e da Indústria 4.0, visando contribuir sobre possíveis impactos das inovações tecnológicas nos empregos e o futuro do trabalho pós Era COVID-19, a partir de prospecções sobre trabalhos acadêmicos na plataforma *The Lens*. A análise dos resultados evidencia a aceleração da transformação digital, frente ao contexto pandêmico; discussões sobre tendências do futuro do trabalho também foram discutidas.

2 Fundamentação Teórica

Desde a primeira Revolução Industrial, surgida no século XVIII, diversas inovações atingem vários aspectos da sociedade e causam grandes mudanças. Com isso, além das conseqüências positivas com os avanços tecnológicos, há os enormes impactos na vida das pessoas, o que ocasiona desde simples mudanças de comportamentos e hábitos a alterações em seus empregos.

Sobre a conceituação de inovação tecnológica, o Manual de Oslo (OCDE, 2004, p. 21) traz o seguinte:

Uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aprimoradas de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou aprimorados. Uma inovação de processo tecnológico é a implantação/adoção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados. Ela pode envolver mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes.

Em geral, quando surgem inovações e novas tecnologias, as mesmas impulsionam o surgimento de novas demandas, novas necessidades de atendê-las e por conseqüente o surgimento de novos empregos. Com a inevitável mudança nos empregos, há uma necessidade urgente dos trabalhadores se adaptarem a novas ocupações, uma vez que atividades realizadas antes de serem impactadas pelas inovações podem deixar de existir, ocasionando um natural descontentamento por aqueles que as realizavam. Segundo Franklin (2017, p. 108), as maravilhas tecnológicas fruto da Revolução Industrial cresceram em poder e capacidade, mas os salários não acompanharam, percentualmente, observando os últimos 50 anos, causando frustrações, insatisfações e falta de otimismo.

O movimento dos ludistas é um dos primeiros exemplos de protestos contra as mudanças ocasionadas pelas inovações com a chegada das máquinas e a substituição da mão de obra. Com a mudança do trabalho artesanal pelo mecânico, trabalhadores começaram a quebrar máquinas na Inglaterra e esse movimento se espalhou por outros países da Europa (CARVALHO, 2021). É desse período que surgiu o termo sabotagem, quando pessoas utilizam sapatos de madeira (*sabot*) para danificar as máquinas (PERELMUTER, 2019, p. 39).

As inovações, em sua essência, não surgiram com o objetivo de aumentar a geração de empregabilidade nem a capacidade de produção humana. De acordo com Franklin (2017, p. 109), a

tecnologia móvel e as redes sociais não mudam a capacidade humana em uma produção mais eficiente e os veículos autônomos não aumentam a produtividade das pessoas.

Por outro lado, segundo Tegmark (2020, p. 166), há expectativas antagônicas para empregos e salários. De acordo com uma visão pessimista, a oferta de mão de obra tecnológica barata tornará os salários abaixo do custo de vista, ao mesmo tempo que eles historicamente caem quando se torna possível terceirizar o serviço.

3 Metodologia

A metodologia utilizada neste artigo, quanto à sua abordagem, contempla pesquisas quantitativas e qualitativas (trabalhos acadêmicos e sem incluir patentes) na plataforma *The Lens*; de natureza aplicada, com exemplos da implementação de tecnologias e seus impactos nos empregos; e descritiva, com o objetivo de analisar a relação entre inovação e emprego.

Primeiramente, foram realizadas prospecções na plataforma *The Lens* utilizando os termos *innovation* e *unemployment* juntamente com o conector *AND*, selecionando apenas os trabalhos acadêmicos (*Scholarly Works*) publicados entre os anos de 2020 e 2021 (período da pandemia) e classificados em ordem de relevância (*Sort by Relevance*). A partir dos resultados, foram extraídos da plataforma os números de ocorrências relacionados a: *Scholarly* (trabalhos acadêmicos), *Works Cited by Patents* (trabalhos citados por patentes), *Citing Patents* (patentes únicas que citam trabalhos acadêmicos), *Patent Citations* (soma de todas as patentes que citam trabalhos acadêmicos), *Works Cited by Scholarly* (trabalhos citados por trabalhos acadêmicos) e *Scholarly Citations* (citações acadêmicas), como também a nuvem de palavras e as principais instituições relacionadas. Diante os resultados apresentados, foram selecionados e analisados alguns trabalhos cujos títulos apresentaram correspondência com os termos *innovation* ou *unemployment*.

Na sequência, o processo foi repetido na plataforma *The Lens* (com exceção da representação das instituições) utilizando as expressões *job trends*, *future of work*, *future of employment*, em conjunto com o conector *OR*.

A pesquisa foi finalizada com a análise de relatório de *World Economic Forum* (2020) a fim de obter mais evidências quanto a tendências e o futuro do trabalho e emprego.

4 Resultados e Discussões

Com a chegada da Quarta Revolução Industrial e suas tecnologias inovadoras, promoveu-se a digitalização massiva e a implementação da computação em diversos segmentos, desde simples eletrodomésticos a cidades inteligentes, ao mesmo tempo que tais inovações impactam diretamente no (des)emprego.

Para as prospecções realizadas na plataforma *The Lens*, dia 15 de julho de 2021, foram utilizadas as palavras *innovation* e *unemployment* separadas pelo conector *AND*, filtrando trabalhos publicados apenas entre os anos de 2020 e 2021 (período da pandemia). Um resumo dos resultados numéricos encontra-se representado na Tabela 1 a seguir, destacando o grande número de trabalhos acadêmicos (*Scholarly*):

Tabela 1 – Resultados para *innovation AND unemployment*

Termo	Quant.
<i>Scholarly</i>	20688
<i>Works Cited by Patents</i>	23
<i>Citing Patents</i>	63
<i>Patent Citations</i>	63
<i>Works Cited by Scholarly</i>	13936
<i>Scholarly Citations</i>	367363

Fonte: Elaboração própria a partir de prospecção na plataforma *The Lens* (2021)

Diante o cenário tecnológico, há tendência para o aumento do desemprego com os veículos autônomos:

Desemprego - não apenas motoristas perderiam seus empregos, mas também caminhoneiros, seguradoras, agentes de trânsito e todos os profissionais que trabalham em setores relacionados à direção de veículos tradicional, segundo Coppola e Morisio (2016, p.26, tradução nossa).

De acordo com Matuzeviciute, Butkus, Karaliute (2017), que investigam em seu artigo os efeitos das inovações tecnológicas e o desemprego em países europeus, apresentam que há poucos estudos sobre impactos em nível macroeconômico mas que há provas de que a inovação tecnológica influencia mudanças de desemprego.

Peluffo e Silva (2018) abordam também a questão entre inovação e emprego, que se espera o impulsionamento do crescimento econômico por parte da inovação tecnológica, porém o crescimento econômico e da produtividade pode lançar forças concorrentes sobre a demanda de trabalho com um efeito ambíguo sobre o emprego, que tem sido uma grande preocupação nos países em desenvolvimento. E em sua conclusão trazem:

A inovação de produto parece ser o tipo de inovação com maior impacto no nível de emprego total e de trabalhadores qualificados. Além disso, há também algumas evidências de que a inovação é que aumenta a produtividade e mais de um tipo de inovação é benéfica para o emprego, a composição de competências, a taxa de crescimento do emprego total e da mão de obra qualificada. A inovação de produto parece ter um impacto positivo em particular na mão de obra qualificada, com maior impacto entre os vários tipos de inovação (PELUFFO e SILVA, 2018, p.12, tradução nossa).

Segundo (MIGLIORI, 2021), a segurança eletrônica é essencial para a gestão das cidades, e quando pensamos em *Smarties Cities*, é importante ter em mente que esta é uma necessidade para manter a oferta de serviços básicos.

Quanto à segurança eletrônica no Brasil, observa-se o impacto das inovações tecnológicas em alguns empregos de baixa remuneração, por exemplo, com a chegada da portaria remota ou portaria virtual. Na cidade de São Paulo, a portaria virtual é uma das principais causas da substituição e desemprego dos porteiros, e segundo Noletto e Lopes (2018), existem mais de 800 prédios com o sistema de portaria virtual no Estado de São Paulo, sendo só na capital paulista pelo menos 25 empresas responsáveis por esse serviço, e mesmo sem precisar o número de demitidos, as demissões crescem a cada ano, impactando diretamente esses profissionais; apenas na cidade de São Paulo totalizam 120 mil porteiros com carteira assinada.

Por outro lado, as empresas de portaria remota enfrentam um grande desafio: a falta de mão de obra qualificada para ocupar as vagas remanescentes. Porém, de acordo com Terra (2021), 62,9% das empresas realizam capacitações, a maioria delas voltada para porteiros realocados em outras funções. Além disso, 60% dos entrevistados contrataram porteiros para desempenhar novas funções, sendo 54% de profissionais contratados durante a pandemia.

4.1 Tendências e Futuro do Trabalho

No ano de 2020, mais precisamente no mês de março, houve a eclosão da pandemia causadora da doença viral COVID-19. Com isso, diante todos os impactos que afetaram bilhões de pessoas no mundo, os empregos sofreram grandes transformações e houve aceleração da digitalização de diversos serviços, algo que já tinha se iniciado com a Indústria 4.0.

Com o intuito de investigar tendências e o futuro do trabalho e emprego para os próximos anos, foram realizadas prospecções na plataforma *The Lens* (19 de julho de 2021) sobre os estudos publicados a partir de 2020, onde vislumbra-se as perspectivas a partir da pandemia. Para isso, foram utilizadas as expressões *job trends*, *future of work* e *future of employment* separadas pelos conectores *OR*, no intervalo

de tempo entre 2020 e 2021 e classificados por ordem de relevância. A Tabela 2 resume os principais resultados pela qual observa-se a expressiva quantidade de estudos e trabalhos acadêmicos (*Scholarly*) recentes sobre esses temas:

Tabela 2 – Resultados para *job trends OR future of work OR future of employment*

Termo	Quant.
<i>Scholarly</i>	129693
<i>Works Cited by Patents</i>	128
<i>Citing Patents</i>	144
<i>Patent Citations</i>	144
<i>Works Cited by Scholarly</i>	63869
<i>Scholarly Citations</i>	405575

Fonte: Adaptado de The Lens (2021)

A Figura 3 aponta ciência da computação, medicina, física e psicologia como as principais tendências relacionadas aos empregos, a maioria relacionando-se diretamente com as áreas de estudo da Indústria 4.0.

Figura 3 – Nuvem de palavras a partir da expressão *job trends OR future of work OR future of employment*

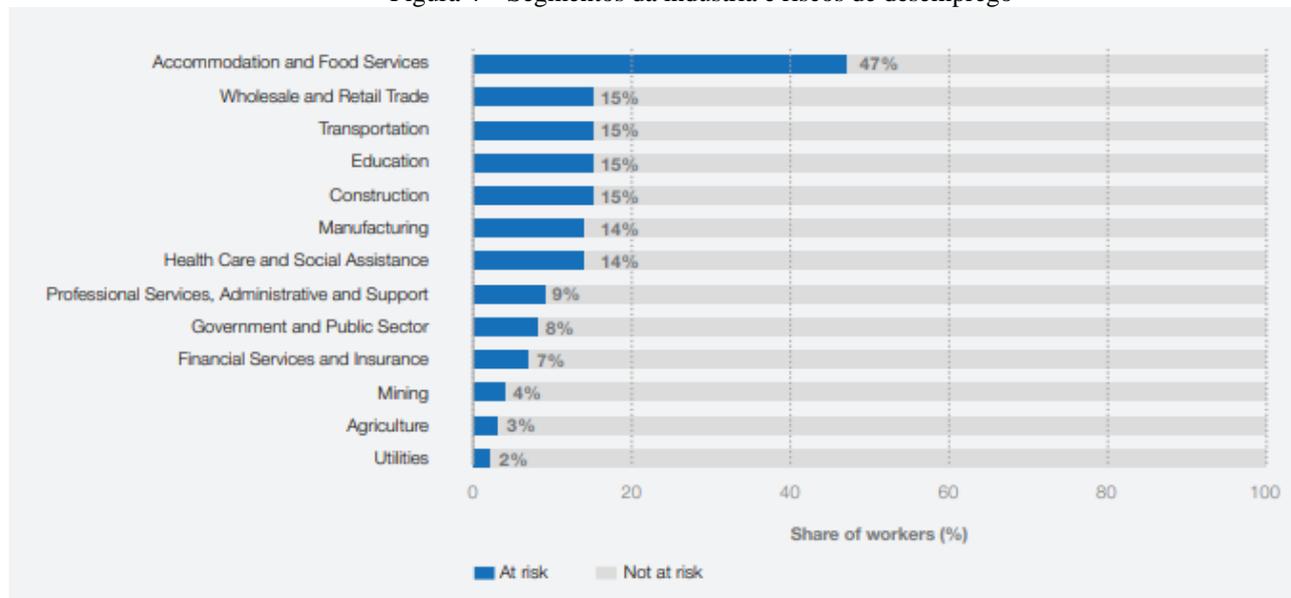


Fonte: Elaboração própria a partir de prospecção na plataforma *The Lens* (2021)

Por outro lado, Abe, Abe, Adisa (2021, p. 1) apontam o aumento de lacunas de habilidades com o surgimento da Quarta Revolução Industrial, e que fatores sobre o futuro do trabalho alimentaram debates preocupantes sobre as questões da digitalização no trabalho e profissões, inteligência artificial e a incerteza do trabalho e carreiras restantes após a automação. Segundo Djimarescu e Ionescu (2021, p. 1), o futuro do trabalho é um dos desafios mais difíceis enfrentados por pesquisadores e gestores em todo o mundo, e apontam que a globalização e o impacto da inteligência artificial no futuro do trabalho será significativo.

Em relatório bastante detalhado sobre o futuro dos empregos, *World Economic Forum* (2020) aponta tendências de maiores riscos de automação e respectivas profissões, taxas de desemprego ao longo das décadas, os segmentos com maiores riscos de desemprego (Figura 4) e as previsões para a evolução do mercado de trabalho até 2025, o qual destaca-se serviços de acomodação e alimentação (47%).

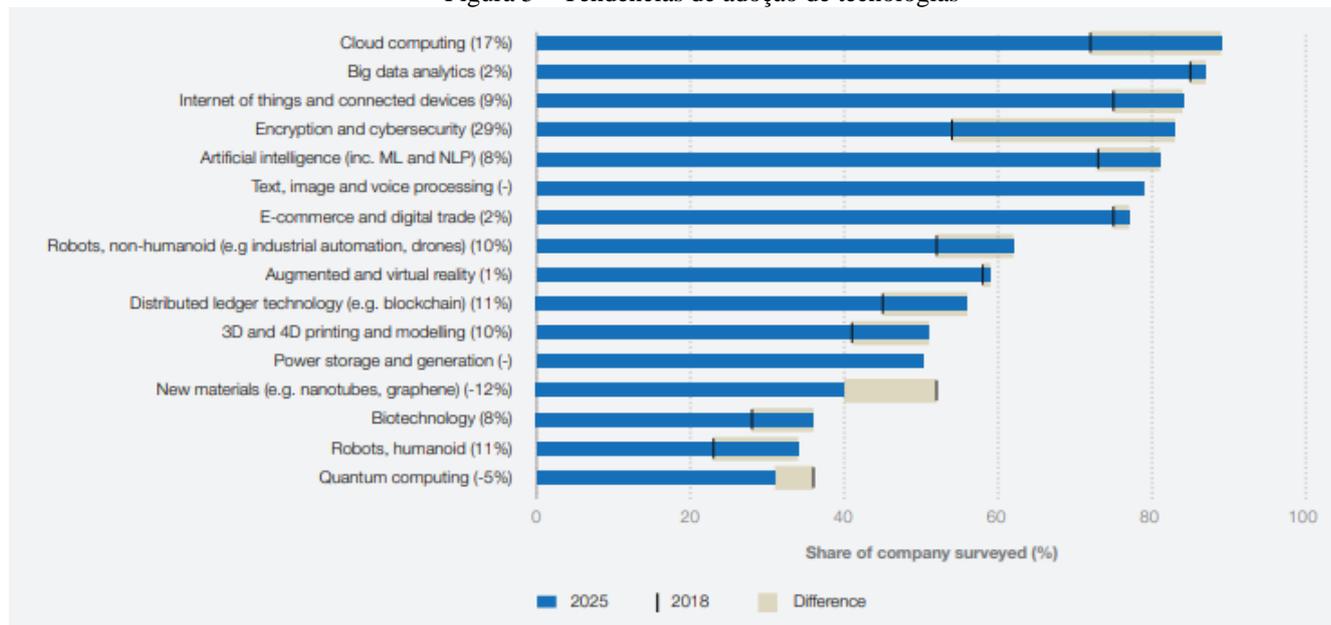
Figura 4 – Segmentos da indústria e riscos de desemprego



Fonte: *World Economic Forum* (2020, p. 17)

Por outro lado, a Figura 5 apresenta as principais tendências de tecnologias que devem ser adotadas nos próximos anos, com destaque para o incremento da adoção de encriptação e cibersegurança (29%) e computação em nuvem (17%).

Figura 5 – Tendências de adoção de tecnologias



Fonte: *World Economic Forum* (2020, p. 27)

Cabe destacar que o *World Economic Forum* (2020, p. 30) apresenta também as tendências para aumento de demanda de profissionais, sendo os três principais: analista e cientista de dados; especialista em aprendizado de máquina e inteligência artificial; especialista em *big data*.

5 Considerações Finais

As inovações fazem parte da história humana, e mais recentemente as inovações tecnológicas têm gerado grandes impactos nas sociedades e nos empregos, tendo como catalisadores a mais recente Revolução Industrial e a pandemia que se iniciou em dezembro de 2019.

Apesar de vislumbrar um cenário utópico, as inovações ainda são motivos de diversos estudos e trazem discussões sobre suas consequências como desenvolvimento, geração de renda e emprego.

Ao analisar o recorte temporal a partir de 2020, já existem muitos estudos sobre tendências do futuro de trabalho e alguns apontam para os grandes desafios das transformações que virão, principalmente com o impacto da inteligência artificial e demais tecnologias oriundas da Indústria 4.0.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

ABE, E. N.; ABE, I. I.; ADISA O. Future of Work: Skill Obsolescence, Acquisition of New Skills, and Upskilling in the 4IR. 2021. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/gateway/chapter/265618>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

CARVALHO, L. "Ludismo"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/ludismo.htm>. Acesso em: 06 julho 2021.

COPPOLA, R.; MORISIO, M. Connected Car: technologies, issues, future trends. Politecnico di Torino. 2016. Disponível em: <<https://iris.polito.it/handle/11583/2649068#.YPCE-uhKiUk>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

DJIMARESCU, I.; IONESCU, L. The Future of Work in a Jobless Society: Globalization, Smart Digitalization, and Cognitive Automation. SHS Web of Conf., 13 jan. 2021. Disponível em: <https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2021/03/shsconf_glob20_07016/shsconf_glob20_07016.html>. Acesso em: 20 jul. 2021.

FRANKLIN, D. MEGATECH As grandes inovações do futuro. Lisboa: Clube do Autor. 2017.

MATUZEVICIUTE, K.; BUTKUS, M.; KARALIUTE, A. Do Technological Innovations Affect Unemployment? Some Empirical Evidence from European Countries. MDPI, 07 dez. 2017. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-7099/5/4/48/htm>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

MIGLIORI, S. O trabalho da segurança eletrônica para a inovação brasileira. ABESE, 2021. Disponível em: <<https://abese.org.br/o-trabalho-da-seguranca-eletronica-para-a-inovacao-brasileira/>>. Acesso em: 06 jul. 2021.

HIPPEL, W. V. A evolução improvável. Rio de Janeiro: HarperCollins Brasil, 02 out. 2019.

LONDON SCHOOL OF ECONOMICS. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=London_School_of_Economics&oldid=61451313>. Acesso em: 07 set. 2021.

NOLETO, I.; LOPES, I. Portarias Virtuais substituem o serviço dos porteiros na capital paulista. 30 jun. 2018. Disponível em: <<http://agemt.org/contraponto/2018/06/30/portarias-virtuais-substituem-o-servico-dos-porteiros-na-capital-paulista/>>. Acesso em : 06 jul. 2021.

OCDE. Manual de Oslo: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Publicado pela FINEP. 2ª Edição. 2004. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

PELUFFO, A.; SILVA, E. Innovation and Employment. GTAP - Global Trade Analysis Project, 04 set. 2018. Disponível em: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=5474>. Acesso em: 15 jul. 2021.

PERELMUTER, G. Futuro Presente. Jaguaré/SP: Companhia Editora Nacional. 2019.

TEGMARK, M. Vida 3.0 : O ser humano na era da inteligência artificial. São Paulo: Benvirá. 2020.

TERRA. Crescimento de portarias remotas abrem novas vagas de emprego. 15 jan. 2021. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/dino/crescimento-de-portarias-remotas-abrem-novas-vagas-de-emprego,b9d3c3d4a34bb3d060b121b4033a745b55vvu5lc.html>>. Acesso em: 06 jul. 2021.

TIGRE, P. Paradigmas tecnológicos. Instituto de Economia da UFRJ. 1997. Disponível em: <https://ecex.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2019/04/paradigmas_tecnologicos.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.