

O impacto da indústria 4.0 no mercado de trabalho e no desemprego tecnológico

RESUMO

Gladison Luciano Perosini
gladisonperosini@gmail.com
Universidade Vila Velha, Vila Velha,
Espírito Santo, Brasil.

O objetivo deste estudo é analisar os avanços na Indústria 4.0, seus impactos no mercado de trabalho e sua relação com o desemprego tecnológico. Ao longo do texto, identificou-se a necessidade de qualificação profissional como um dos desafios para minimizar o desemprego tecnológico. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica. O propósito deste estudo foi explorar a relação do desemprego tecnológico, entender seus impactos e as mudanças necessárias para reduzir o desemprego devido à substituição do trabalho humano pela robotização. A pesquisa evidenciou que os impactos da Indústria 4.0 no mercado de trabalho têm fomentado o desemprego tecnológico em mão de obra menos qualificada e a criação de novos postos de trabalho que exigem qualificação para sua ocupação. O trabalho realizado contribui para o debate e a reflexão acerca da importância da tecnologia e da educação, variáveis-chave para a qualificação profissional e consequente redução do desemprego.

PALAVRAS-CHAVE: Desemprego tecnológico. Indústria 4.0. Futuro do trabalho. Inteligência artificial. Automação industrial.

INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial, regularmente conhecida como Indústria 4.0, refere-se à transformação digital da manufatura, incluindo conectividade ininterrupta, por meio da robótica, digitalização e automação (MUHURI et al., 2019). O termo “Indústria 4.0” surgiu pela primeira vez em 2011, na Feira de Hannover, na Alemanha (SANDERS et al., 2016), e se refere a um sistema inteligente, integrado ao sistema de produção, que permite ser flexível e autogerenciado, rápido e eficiente (FALLER e FELDMÜLLER, 2015). A Indústria 4.0 é tida como integração de tecnologia e sistemas que possibilitam que a manufatura e a gestão sejam mais ágeis e menos incertas, o que tem um efeito positivo na organização (ARCIDIACONO e PIERONI, 2018).

A quarta revolução industrial trouxe transformações importantes para a produção em larga escala, favorecendo a rapidez e a redução de erros, conectando os meios físicos e digitais de forma ininterrupta pela robotização. Os sistemas inteligentes avançaram significativamente em escala global, formando uma rede mundial interconectada de tomada de decisão e acelerando os processos de fabricação. Desta forma, na era da Internet das Coisas, que é a interligação do meio físico com eletrônica, acoplada a microprocessadores, sensores e demais dispositivos conectados à internet, as empresas são induzidas a tomar decisões que impactam a dinâmica social e sua crescente transformação (ARCIDIACONO e PIERONI, 2018; FALLER e FELDMÜLLER, 2015).

No espaço de trabalho, a inquietude pode ser significativa devido às alterações decorrentes dos avanços tecnológicos. O cenário torna-se preocupante quando a introdução de máquinas causa demissões e substituições de funções por outras de menor exigência técnica e pior remuneradas (COUTINHO et al., 2018). A circunstância de uma nova revolução tecnológica reacende uma visão dicotômica sobre a polêmica: uns divisam um futuro brilhante, em que a tecnologia fomenta a liberdade humana, afastando cada vez mais o modelo tradicional de trabalho, amenizando sua função árdua, repetitiva e desestimulante, ao mesmo tempo que elimina doenças, possibilita a longevidade, o conforto e o deleite com diversas possibilidades lúdicas e sensoriais conquistadas pelas tecnologias; por outro lado, com tantos avanços, a quarta revolução tecnológica aumenta a insegurança dos trabalhadores em relação a seus postos de trabalho, temendo serem substituídos pelas novas tecnologias.

Para o desenvolvimento deste artigo, foi realizada uma revisão teórica com o objetivo de identificar os elementos da Indústria 4.0 e como eles impactam o mercado de trabalho.

INDÚSTRIA 4.0

A introdução de equipamentos de fabricação mecânica teve início na primeira revolução industrial, seguida por uma segunda fase que implicou na produção em massa de mercadorias. Desde o começo da década de 1970 até os dias atuais, o aumento da automação e o controle dos processos de fabricação por meio da eletrônica e da Tecnologia da Informação (TI) são considerados a terceira revolução, conhecida como revolução digital. Chegamos, então, à quarta revolução tecnológica, marcada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas. Isso envolve uma mudança fundamental na forma de vida, trabalho e

relacionamento, que, segundo Schwab (2016), “em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes.”

Em meio a tanta informação, é necessário entender qual é o real momento em que vivemos e o que faz sentido para a indústria. Estamos vivendo a melhor fase da transformação na indústria, seja através de tecnologias avançadas, digitalização, processos automáticos e o aumento de valor agregado na cadeia produtiva, mas antes é necessário implementação, seja produtiva ou social.

Vale constatar que os negócios que não se adaptarem a essas novas mudanças correm o risco de se tornarem obsoletos e perderem competitividade. De acordo com Schwab (2016), todo esse processo envolve novas mudanças para a transformação em sistemas robustos de gestão e planejamento. A Indústria 4.0 promoveu uma inclusão de tecnologias, não deixando claros os limites entre as lacunas físicas, digitais e biológicas.

Rodrigues et al. (2016) descrevem alguns dos pontos trazidos por esta nova fase da revolução industrial, que incluem: a descentralização da intervenção humana no processo produtivo e a virtualização das principais áreas da economia em resposta às inovações tecnológicas, como agrobusiness, produtos industriais e o setor de comércio e prestação de serviços. Assim, Arcidiacono e Pieroni (2018) afirmam que o núcleo da IoT e da manufatura inteligente é o princípio básico da Indústria 4.0: produtos em desenvolvimento, componentes e máquinas de produção se reunirão e compartilharão dados em tempo real. Esse modelo promete maior eficácia operacional, ganhos de produtividade, crescimento e melhoria da competitividade, bem como modelos diferenciados de negócios, serviços e produtos.



Figura 1: A evolução das Revoluções Industriais (Adaptado Internet)

Dessa maneira, a Indústria 4.0 é algo que continuará mudando significativamente a maneira como aplicamos os conceitos e metodologias de trabalho na indústria. Fica evidente que essa revolução é mais um avanço na transformação de como as pessoas mudaram os seus hábitos e estilo de vida ao longo dos anos.

Por exemplo, a manufatura aditiva permite que, pela digitalização de modelos, seja feita a impressão de vários produtos, favorecendo a criação de bens com

formas geométricas diferentes e eliminando desperdícios próprios dos tradicionais processos produtivos. Ainda existe uma flexibilização da linha de produção que possibilita a customização em massa. Na robótica avançada, há equipamentos e máquinas capazes de se ajustarem às atividades programadas, pois são controladas por inteligência artificial em conexão remota e comunicação integrada. Essa automação favorece a diminuição de falhas na produção, que por sua vez resulta no aumento da produtividade, fomentando a competitividade (Confederação Nacional da Indústria[CNI], 2017).

Contudo, é possível constatar que pode haver perda de inumeráveis empregos em toda a cadeia produtiva. Aliás, com tal desenvolvimento tecnológico não é exagero divisar que milhões de empregos serão substituídos por máquinas autônomas e mais produtivas de acordo com (RÜßMANN et al. 2015; BECKER e STERN, 2016). Portanto, é necessário que as pessoas saibam se reinventar com essas significativas e ininterruptas evoluções para garantirem seus espaços no mercado de trabalho.

Com todos estes avanços, a substituição potencial de homens por máquinas pode resultar num decréscimo da importância do trabalho, uma desigualdade crescente e problemas sérios de adaptação em muitas indústrias (ACEMOGLU e RESTREPO, 2018).

RENOVAÇÃO TÉCNICA, ESTRUTURA DE MERCADO E REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

A renovação técnica está documentada e analisada por autores ligados à economia evolucionária. Motivados nos trabalhos de Schumpeter (1934, 1942), os autores associados a essa perspectiva percebem a inovação tecnológica como um elemento de transformação potencial da realidade econômica, pois leva consigo uma chance de modificar as estruturas de mercado, bem como a esfera dos seus setores de atuação.

Para se analisar as mudanças ligadas às tecnologias da Indústria 4.0 e seus impactos no mercado de trabalho, elementos da teoria neoschumpeteriana podem balizar o conteúdo. De início, destaca-se o conceito de “destruição criativa” de Schumpeter (1942, p. 83). O vocábulo aborda a instalação de novos processos, novos produtos, bem como novas formas de organização e serviços, estabelecendo a emergência de novos padrões de concorrência. Nesta esfera incessante por inovações, são fomentadas construções de vantagens competitivas em relação à concorrência.

Desse modo, a nova tecnologia influencia a tomada de decisão tanto em curto quanto em longo prazo das empresas, pois envolve um alto grau de incerteza associado às consequências exatas de tais mudanças. Além disso, a mudança de uma empresa para a Indústria 4.0 pede um plano estratégico bem elaborado que seja capaz de aproveitar ao máximo a vantagem competitiva da organização (GHOBAKHLOO, 2018).

Os facilitadores centrais que fazem as conexões da Indústria 4.0 são baseados em sistemas de informações. Segundo Klingenberg et al. (2019) existem 111 tecnologias digitais que são utilizadas para criar, capturar e enviar dados, armazenar e processar dados, mas apenas cinco delas são mencionadas

frequentemente na literatura são: Cyber Physical Systems (CPS), Internet das Coisas (IoT), Big Data, Big Data Analytics e Cloud Computing.

Determinadas alterações são percebidas nas tomadas de decisão com inteligência artificial, em que sistemas digitais atendem com mais agilidade aos pedidos de clientes, diminuindo o espaço da intervenção humana em algumas atividades de atendimento e serviços (FREY e OSBORNE, 2014).

Em uma retomada histórica, percebe-se a evolução das transformações que começaram no século XVIII com as revoluções industriais. Essas revoluções geraram uma série de avanços tecnológicos, ampliando a produtividade das organizações ao reduzir despesas e aumentar a eficiência por meio da inserção de tecnologias como a mecanização a vapor, eletricidade, eletrônica e Tecnologia da Informação (TI). Esse processo, iniciado pela ação dos empresários em busca de novas oportunidades de lucro, atraiu numerosos imitadores que, por um lado, geraram novos e significativos investimentos e favoreceram o aperfeiçoamento das oportunidades tecnológicas (PISTONO, 2017). Diante desse cenário, é essencial antecipar-se aos acontecimentos, o que requer reflexão, discussão e avaliação dos impactos dessas mudanças nos diversos campos da vida em sociedade. É necessário enfrentar os desafios que empresas, governos e indivíduos precisam superar com adequações para que essa revolução seja benéfica para todos (SCHWAB, 2017).

Para compreender a dimensão das transformações em curso, se faz necessário conhecer as características e circunstâncias históricas das primeiras ondas da chamada revolução industrial, iniciada no século XVIII, com a criação da máquina a vapor de James Watt, percorrendo pela segunda fase no século XIX, com a inserção da eletricidade e dos meios de comunicação, chegando na terceira fase com o advento de computadores e a criação da internet. Esse vislumbre histórico permite entender as mudanças geradas pela utilização de novas ferramentas, técnicas e práticas, sobre o emprego e as consequências sociais de tais mudanças (GABRIEL, 2018). Assim, os impactos que as tecnologias causaram sobre o emprego e a renda ao longo do tempo foi significativa. No decorrer da história pessoas precisaram se reinventar para se adequar às novas exigências do mercado para conquistarem seus espaços e atualmente não é diferente.

No contexto da Indústria 4.0, percebe-se que a visão está debruçada no entendimento de que a quarta revolução industrial avançará em significativas mudanças na sociedade, acima de tudo no que se refere ao mercado de trabalho e emprego. Segundo Pistono (2017, p. 13), “[...] uma força disruptiva transformará de forma irrevogável todo nosso sistema socioeconômico... As mudanças serão tão drásticas e rápidas que o mercado será incapaz de criar novas oportunidades para aqueles que perderam seu trabalho”. Logo Brynjolfsson e McAfee (2014, p. 17) dizem que: “O progresso tecnológico – em especial, as melhorias em hardware, software e redes – tem sido tão rápidos e tão surpreendentes que muitas organizações, instituições, políticas e visões atuais não estão acompanhando”. E ainda Baldwin (2019, p. 5) entende que a “automação e globalização são histórias centenárias. A globótica é diferente por dois grandes motivos. É desumanamente rápida e parecerá incrivelmente injusta”.

Schwab (2016) também mostra um resumo do desenvolvimento histórico das Revoluções Industriais até chegar na atual Quarta Revolução Industrial (4IR). O autor alemão afirma que o mundo vivenciou quatro revoluções industriais: a

primeira utilizou o uso de máquinas a vapor para produção mecânica; o segundo empregou a eletricidade e o conceito de divisão do trabalho para criar produção em massa; a terceira (que cresceu em meados do século passado) inserindo a tecnologia da Informação; e processos de produção automatizados; e agora chegamos ao quarto. Nesta fase, o 4IR, estamos testemunhando uma transformação digital que impacta de forma abrangente cada forma de trabalho em todo o mundo.

Em poucas décadas, os sistemas de TI tiveram um relevante avanço, sendo um dos destaques mais impressionantes a inserção de dispositivos inteligentes na indústria, unido aos serviços de infraestrutura baseados em mineração e análises de dados e computação em nuvem (SHROUF et al., 2014).

Esta análise permite compreender que a sociedade tem caminhado de forma ininterrupta para mudanças econômicas e sociais diferente de tudo o que já foi imaginado. A tecnologia ultrapassou as fronteiras industriais, pois está imbricada nas mais diversas ramificações da esfera social de modo a tornar-se dependente de seus recursos para a execução de simples tarefas às mais complexas.

TRABALHOS COM MAIS PROBABILIDADES DE INFORMATIZAÇÃO

Boa parte da organização social do trabalho está relacionada com avanços tecnológicos. Ao mesmo tempo que sistemas informatizados ocupam determinados setores do mercado, outras novas áreas surgem exigindo novas competências. Desta forma, o progresso da Indústria 4.0 permite crescimento em diversas ramificações sociais, bem como a criação de postos antes inexistentes, como: analista de segurança e defesa digital, especialista em big data, engenheiro de softwares, engenheiro de cibersegurança e técnico de manutenção em automação.

Dentre as mais diversas áreas, Frey e Osborne (2014) identificam uma probabilidade significativa de informatização em campos como engenharia, ciências, profissões de saúde e técnicos, vendas, relacionamentos, agricultura, pesca, silvicultura, instalação, manutenção, reparação, transporte e movimentação de materiais. Os autores destacam que, entre as áreas com maior risco de informatização está a manufatura, onde os empregos são particularmente vulneráveis aos avanços da tecnologia robótica. A busca por maior produtividade por meio de processos automatizados tende a reduzir consideravelmente o contato humano.

Parece existir um consenso de que a criação de novas vagas ocorrerá principalmente em níveis gerenciais ou em áreas que exigem maior qualificação, como ciências matemáticas e da computação, engenharia e arquitetura. Por outro lado, o declínio de empregos deverá se concentrar em tarefas simples e rotineiras, que são mais suscetíveis à automação (RÜßMANN et al., 2015; BECKER e STERN, 2016).

O FUTURO DO TRABALHO NA INDÚSTRIA 4.0

As inovações nas estruturas de produção, compostas por dispositivos “inteligentes” conectados à rede, permitem que produtos e sistemas de produção

possuam capacidades de comunicação e formem as fábricas inteligentes. Essas fábricas representam a solução para alcançar o grau de flexibilidade necessário para atender às exigências dos mercados atuais, como expectativas crescentes de produtividade, aumento do número de variantes de produtos e redução de tamanhos de lotes (CHENG et al., 2015). De acordo com Gabriel (2018), máquinas automatizadas equipadas com inteligência artificial são capazes de executar algoritmos computacionais que realizam tarefas que vão desde as mais simples até as mais complexas, com a vantagem de operar de forma contínua, 24 horas por dia. Isso resulta em aumento da produtividade, competitividade, otimização do tempo, redução de custos, solução de problemas, rápida comunicação, diminuição do retrabalho e facilidade de locomoção em áreas de difícil acesso para humanos, transformando o cenário das empresas de manufatura em fábricas inteligentes.

Com os novos requisitos de mercado e o desenvolvimento de tecnologias que operam de forma autônoma, como a Internet das Coisas (IoT), os objetos físicos são integrados à rede de informações, tornando-se participantes ativos nos processos de negócios. Isso permite que eles comuniquem informações sobre seu status, processo de produção e muito mais (SHROUF et al., 2014). Nesse cenário, vivemos uma era automatizada, em que os recursos tecnológicos assumem funções anteriormente desempenhadas por humanos. No entanto, a introdução de novos equipamentos na indústria também demanda trabalhadores qualificados para sua operação, embora em menor proporção. De Andrade Martins (2021) ressalta que, embora as máquinas sejam essenciais para o avanço da sociedade, elas não funcionam e não podem ser construídas sem a contribuição do trabalho humano.

Para Cheng et al. (2015), esta análise permite compreender a existência de um ciclo que limita um exacerbado desemprego tecnológico, estabilizado por uma interdependência homem x máquina. Uma vez que o ser humano desenvolve tecnologias para otimizar seu trabalho, ele é ocupado por sua invenção. Como consequência, novas necessidades emergem, criando um ciclo de constante interdependência. Mesmo com menor ocupação dos postos de trabalho, a pessoa que perde sua colocação precisa se reinventar com habilidades requisitadas para sua reintegração na dinâmica social do trabalho.

De acordo com a estrutura industrial, a transição digital pode ter efeito de ampliação heterogênea da produtividade entre os portes de empresas. Empresas que possuem maior capacidade de financiar investimentos em automação e com capacidade de atualizar suas linhas produtivas por meio de obtenção de novas tecnologias ampliam sua produtividade frente às empresas de menor porte. Essa diferença na produtividade entre as empresas fomenta nas de menor porte meios de integrar sistemas cada vez mais automatizados em busca de um equilíbrio competitivo. Como resultado, diferenças na linha produtiva decorrentes de investimentos tecnológicos podem ter impacto direto na redução do emprego.

Com a crescente modernização das linhas produtivas, surgem dificuldades para mitigar o desemprego tecnológico. Assim, à medida que novas frentes de trabalho dotadas de inteligência artificial se desenvolvem, os setores existentes devem enfrentar uma redução na capacidade de geração de empregos devido ao avanço da automação. Muitas das atividades realizadas atualmente pelos trabalhadores têm potencial para serem automatizadas. Em resposta às mudanças nos padrões de trabalho, um número crescente de pessoas está optando pela reinvenção, oferecendo seus serviços em plataformas digitais como Uber, iFood,

Airbnb e UpWork, desafiando as ideias convencionais sobre como e onde o trabalho é realizado. Simultaneamente, sites de correspondência de empregos, como LinkedIn e Monster estão evoluindo e expandindo a maneira como as pessoas buscam emprego e como as empresas identificam e recrutam talentos (BECKER e STERN, 2016).

Segundo Feldmann (2018), a substituição do trabalho humano por robótica é uma realidade em vários locais. Na Alemanha, robôs já realizam a entrega de pizzas, e a empresa Zume Pizza, localizada no Vale do Silício, Califórnia, realiza a entrega de alimentos inteiramente preparada por robôs. Além disso, em 2010, o Google colocou seu primeiro carro autônomo nas ruas, eliminando completamente a necessidade de intervenção humana.

Como resultado das crescentes mudanças tecnológicas e da aceleração de processos anteriormente operados por humanos ou por tecnologias menos eficazes, a Indústria 4.0 está influenciando “muitos postos de trabalho, desde a produção até a agricultura e serviços do varejo” (SCHWAB, 2016, p. 143). A substituição de alguns postos de trabalho e a criação de novas áreas estão moldando a sociedade da informação, especialmente com a era da Internet das Coisas (IoT). Esta integração tecnológica tem revolucionado a maneira como interagimos e operamos na sociedade. Segundo Couto et al. (2011, p. 312), “o avanço tecnológico, representado por novas máquinas, ferramentas e processos de trabalho, diminui a demanda por trabalhadores”.

Por isso, decorrente da abertura de novas áreas pela diversidade tecnológica criada, os empregos por sua vez necessitam de pessoas com talentos e capacidades de se adaptarem às necessidades dos empregadores em um mercado em constante mudanças. Neste cenário, trabalhadores mais qualificados são mais resilientes e ágeis, e são mais capazes de abraçar novas ocupações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Discutir os impactos da indústria 4.0 no desemprego tecnológico nos direciona a dois pontos importantes: primeiro, o valor da inovação tecnológica e do progresso técnico para o crescimento econômico, visto como uma variável crucial para obter ganhos e promover o desenvolvimento de um país; e, em segundo lugar, a importância dos investimentos em educação para capacitar as pessoas a se adaptarem às mudanças no mercado de trabalho.

Uma hipótese relevante sobre o tema é que o desemprego tecnológico pode ser mitigado por meio de melhorias na educação. Observou-se que a redução de empregos afeta principalmente os trabalhadores com menor qualificação, enquanto os mais qualificados têm mais chances de permanecer empregados. Com o advento do novo paradigma industrial, o desemprego tecnológico é exacerbado, tornando essencial a qualificação adequada da população como um mecanismo para reduzir esse fenômeno.

A discussão abordada neste artigo contribui para o debate e a reflexão sobre a importância da tecnologia e da educação, que são variáveis-chave para a redução do desemprego.

The impact of industry 4.0 on the labor market and technological unemployment

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the advancements in Industry 4.0, their impacts on the labor market, and their relation to technological unemployment. Throughout the text, the need for professional qualification was identified as one of the challenges to minimize technological unemployment. The methodology used was bibliographic research. The purpose of this study was to explore the relationship of technological unemployment, understand its impacts, and the necessary changes to reduce unemployment due to the replacement of human labor by automation. The research evidenced that the impacts of Industry 4.0 on the labor market have fostered technological unemployment in less qualified labor and the creation of new job positions that require qualification for their occupation. The work conducted contributes to the debate and reflection on the importance of technology and education, key variables for professional qualification and the consequent reduction of unemployment.

KEYWORDS: Technological unemployment. Industry 4.0. Future of work. Artificial intelligence. Industrial automation.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, v. 108, n. 6, p. 1488-1542, 2018. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles/pdf/doi/10.1257/aer.20160696>>. Acesso em: 29 agosto. 2022.

ARCIDIACONO, G.; PIERONI, A. The revolution lean six sigma 4.0. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, v. 8, n. 1, p. 141-149, 2018. Disponível em: <<http://www.krishnagudi.com/wp-content/uploads/2017/07/IoT-Six-Sigma-Case-Study.pdf>>. Acesso em: 17 agosto. 2022.

BALDWIN, Richard. *The globotics upheaval: Globalization, robotics, and the future of work*. Oxford University Press, 2019.

BECKER, Till; STERN, Hendrik. Future trends in human work area design for cyber-physical production systems. *Procedia Cirp*, v. 57, p. 404-409, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116312240>>. Acesso em: 07 agosto. 2022.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. *Novas tecnologias versus empregabilidade*. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2014.

CHENG, Chih-Hong et al. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*. p. 1010-1013, 2015. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2786805.2804434>>. Acesso em: 05 setembro. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). *Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil*. Brasília: CNI, 2017. Disponível em https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d9/ff/d9ff9d99-1a51-43ff-bc2a-b2187e90c35a/oportunidades_para_a_industria_40_2603_nova_versao.pdf, consultado em 05/09/2022.

COUTINHO, L. G. et al. *Mapa de clusters tecnológicos e tecnologias relevantes para a competitividade de sistemas produtivos*. Documento Interno de Trabalho. Rio de Janeiro, IE-UFRJ, 2018.

COUTO, Joaquim Miguel et al. Desemprego tecnológico: Ricardo, Marx e o caso da indústria de transformação brasileira (1990-2007). *Economia e Sociedade*, v. 20, p. 299-327, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ecos/a/fmZNSdGw6bgJWwYw4CYjNvD>>. Acesso em: 07 setembro. 2022.

DE ANDRADE MARTINS, José Eduardo Figueiredo. Dilemas Éticos E Jurídicos do Uso da Inteligência Artificial na Prática Jurídica. *Centro de Investigação de Direito Privado*. Ano, v. 7, p. 919-952, 2021. Disponível em: <https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2021/4/2021_04_0919_0952.pdf>. Acesso em: 09 agosto. 2022.

EFFODUH, Jake Okechukwu. The Fourth Industrial Revolution by Klaus Schwab. 2016. Disponível em: <<https://digitalcommons.osgoode.yorku.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=thr>>. Acesso em 08 agosto. 2022.

FALLER, Clemens; FELDMÜLLER, Dorothee. Industry 4.0 learning factory for regional SMEs. *Procedia Cirp*, v. 32, p. 88-91, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115001997>>. Acesso em: 09 agosto. 2022.

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. Agiletown: The relentless march of technology and London's response". *London Futures*, 2014. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/uk-futures/london-futures-agiletown.pdf>>. Acesso em: 01 setembro. 2022.

GABRIEL, M. Você, eu e os robôs: pequeno manual do mundo digital. São Paulo: Atlas, 2018. Disponível em: <<https://revistas.unisagrado.edu.br/index.php/mimesis/article/download/246/150>>. Acesso em: 21 setembro. 2022.

Ghobakhloo, M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 29 No. 6, pp. 910-936, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>>. Acesso em: 07 setembro. 2022.

KLINGENBERG, Cristina Orsolin; BORGES, Marco Antônio Viana; ANTUNES JR, José Antônio Valle. Industry 4.0 as a data-driven paradigm: a systematic literature review on technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2019. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-09-2018-0325/full/html>>. Acesso em: 01 setembro. 2022.

MUHURI, Pranab K.; SHUKLA, Amit K.; ABRAHAM, Ajith. Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. **Engineering applications of artificial intelligence**, v. 78, p. 218-235, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197618302458>>. Acesso em: 08 agosto. 2022.

PISTONO, Federico. Os robôs vão roubar o seu trabalho, mas tudo bem”. Traduzido por Pedro Soares. São Paulo: Portfolio Pinguim, 2017. Disponível em: <https://img.travessa.com.br/capitulo/PORTFOLIO_PENGUIN/ROBOS_VAO_ROUBAR_SEU_TRABALHO_MAS_TUDO_BEM_OS_COMO_SOBREVIVER_AO_COLAPSO_ECONOMICO_E_SER_FELIZ-9788582850527.pdf>. Acesso em: 09 setembro. 2022.

RODRIGUES, Leticia Francischini; DE JESUS, Rodrigo Aguiar; SCHÜTZER, Klaus. Industrie 4.0: Uma revisão da literatura. *Revista de Ciência & Tecnologia*, v. 19, n. 38, p. 33-45, 2016. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/view/3176>>. Acesso em: 01 setembro. 2022.

RÜßMANN, Michael et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group*, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015. Disponível em: <https://inovasyon.org/images/Haberler/bcgperspectives_Industry40_2015.pdf>. Acesso em: 20 agosto. 2022.

SANDERS, Adam; ELANGESWARAN, Chola; WULFSBERG, Jens P. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/188791>>. Acesso em: 11 agosto. 2022.

SCHUMPETER, J.A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro, Zahar, 1984 [1942].

SCHUMPETER, J.A. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo, Nova Cultural, 1997 [1934].

SCHWAB, K. *A Quarta Revolução Industrial*. (1a ed.). Portugal: Levoir, 2017.

SCHWAB, K. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SHROUF, Fadi; ORDIERES, Joaquin; MIRAGLIOTTA, Giovanni. Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in

production based on the Internet of Things paradigm. In: 2014 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management. IEEE. p. 697-701, 2014. Disponível em:
<<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7058728/>>. Acesso em: 28 agosto. 2022.

Recebido: 20 out. 2022
Aprovado: 30 jul. 2024.
DOI: 10.3895/rde.v15n25.16038

Como citar: PEROSINI, G.L. O impacto da indústria 4.0 no mercado de trabalho e no desemprego tecnológico. Dito Efeito, Curitiba, v. 15, n. 25, p. 53-65, jan./jun. 2024. Disponível em:
<<https://periodicos.utfpr.edu.br/de/>>. Acesso em: XXX.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

