

# Inteligência Artificial e Trabalho

## O trabalho do futuro: moldando a tecnologia e as instituições<sup>1</sup>

Por David Autor<sup>2</sup>, David Mindell<sup>3</sup> e Elisabeth Reynolds<sup>4</sup>

**A**s mudanças tecnológicas vêm reformulando a vida humana e o trabalho há séculos. A mecanização que começou com a Revolução Industrial permitiu melhorias significativas na saúde humana, bem-estar e qualidade de vida. Ao mesmo tempo, rupturas econômicas e sociais frequentemente acompanharam essas mudanças, com resultados dolorosos e duradouros para os trabalhadores, suas famílias e comunidades. Durante esse caminho, habilidades, atividades industriais e modos de vida valiosos foram perdidos. No final das contas, foram substituídos por novas ocupações, indústrias e tipos de serviços, que não haviam sido previstos. Mas os benefícios dessas mudanças costumavam levar décadas para serem vistos. Além disso, quem recebeu esses benefícios não necessariamente foram aqueles que arcaram com os custos iniciais.

O mundo agora está à beira de uma revolução tecnológica em Inteligência Artificial e robótica que pode ser tão transformadora para o

crescimento econômico e para o potencial humano quanto foram a eletrificação, a produção em massa e as telecomunicações eletrônicas em suas respectivas eras. Tecnologias novas e emergentes aumentarão a produção econômica agregada e impulsionarão a riqueza das nações. Será que esses desenvolvimentos permitirão que as pessoas alcancem melhores padrões de vida, melhores condições de trabalho, maior segurança econômica e mais saúde e longevidade? As respostas para essas perguntas não estão predefinidas. Elas dependem de instituições, investimentos e políticas que implementamos para aproveitarmos as oportunidades e enfrentarmos os desafios impostos por essa nova era.

Como podemos ir além das previsões que nada acrescentam sobre o suposto fim do trabalho e caminhar em direção a percepções que permitirão aos formuladores de políticas, empresas e pessoas navegar melhor pelas disrupções que estão surgindo ou já estão em curso? Que lições

<sup>1</sup> Este texto é uma versão editada e traduzida do relatório *The Work of the Future: Shaping Technology and Institutions* (Relatório de Outono de 2019), publicado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e pela iniciativa MIT Work of the Future. Disponível (em inglês) em: [https://workofthefuture.mit.edu/wp-content/uploads/2020/08/WorkoftheFuture\\_Report\\_Shaping\\_Technology\\_and\\_Institutions.pdf](https://workofthefuture.mit.edu/wp-content/uploads/2020/08/WorkoftheFuture_Report_Shaping_Technology_and_Institutions.pdf)

<sup>2</sup> Professor de Economia no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Co-presidente da MIT Task Force on the Work of the Future e diretor do programa de Estudos do Trabalho do National Bureau of Economic Research.

<sup>3</sup> Professor de História da Engenharia e Produção, professor de Aeronáutica e Astronáutica no MIT. Co-presidente da MIT Task Force on the Work of the Future e fundador e CEO da Humatics Corporation.

<sup>4</sup> Docente no Departamento de Estudos Urbanos e Planejamento do MIT. Diretora executiva da MIT Task Force on the Work of the Future e do MIT Industrial Performance Center.

(...) inúmeros relatórios de especialistas e notícias fazem previsões alarmantes sobre qual parcela dos empregos atuais pode ser “afetada” por novas tecnologias, como IA e robótica. Embora essas previsões virem manchetes, elas fornecem informações práticas limitadas.

devemos aprender de épocas anteriores marcadas por rápidas mudanças tecnológicas? Qual é a diferença para o que ocorre hoje?

### O paradoxo do presente

Em 2018, o Pew Research Center (PRC) identificou que entre pessoas entrevistadas em países com economias desenvolvidas, 65% e 90% acreditam que robôs e computadores realizarão provavelmente ou certamente muitos dos trabalhos que agora são feitos por humanos.<sup>5</sup>

A possibilidade de as máquinas eliminarem empregos não é má notícia se essas tecnologias proporcionarem padrões de vida mais elevados. Mas a pesquisa do PRC deixa claro que as pessoas não esperam se beneficiar disso: a maioria acredita que a automação vai agravar muito a desigualdade entre ricos e pobres, ao mesmo tempo que tornará mais difícil encontrar empregos. Menos de um terço dos entrevistados acredita que novos empregos com melhores salários serão criados.

Por que, após uma década de crescimento do emprego, as pessoas estão pessimistas sobre as perspectivas de emprego? Uma possibilidade é que a avalanche de artigos de jornais, livros e relatórios de especialistas alarmando a todos sobre o “fim do trabalho” tenha superado os fatos. Uma outra possibilidade é que o pessimismo público pode refletir as lições aprendidas a duras penas da história recente. As pessoas talvez temam que a introdução de novas tecnologias com capacidades semelhantes às humanas gere uma enorme riqueza para uma minoria, enquanto diminui as oportunidades, a mobilidade social ascendente e a prosperidade compartilhada para o restante de nós.

A história econômica confirma que esse sentimento tem fundamento e não está errado. De fato, há muitas razões de preocupação sobre os avanços tecnológicos melhorarem ou deteriorarem as perspectivas de emprego e renda para a maior parte da força de trabalho<sup>6</sup>. Tecnologias novas e emergentes irão aumentar a produção econômica agregada e impulsionarão a riqueza das nações. Da mesma maneira, também oferecem o potencial para que as pessoas alcancem padrões de vida mais elevados, melhores condições de trabalho, maior segurança econômica e mais saúde e longevidade. Mas se as nações e suas populações irão realizar esse potencial dependerá das instituições de governança, de investimento social, educação, leis e liderança pública e privada para transformar a riqueza agregada em maior prosperidade compartilhada em vez de aumentar a desigualdade.

### Tecnologia e trabalho: uma história tensa

Nos debates atuais, inúmeros relatórios de especialistas e notícias fazem previsões alarmantes sobre qual parcela dos empregos atuais pode ser “afetada” por novas tecnologias, como IA e robótica<sup>7</sup>. Embora essas previsões virem

<sup>5</sup> Wike, R., & Stokes, B. (2018, setembro 13). *In advanced and emerging economies alike, worries about job automation* (Pew Research Center's Global Attitudes Project). <https://www.pewresearch.org/global/2018/09/13/in-advanced-and-emerging-economies-alike-worries-about-job-automation/>

<sup>6</sup> As consequências das mudanças tecnológicas quase sempre fogem do controle das pessoas mais afetadas por elas. Novas tecnologias são normalmente desenvolvidas pela indústria, academia e pelo governo. Os trabalhadores cujas habilidades são complementadas ou substituídas de várias maneiras por essas tecnologias normalmente não têm controle sobre sua concepção, não têm voz sobre sua adoção ou não por parte de seus empregadores, e nenhuma participação acionária que poderia compensar suas perdas de emprego com ganhos de capital.

manchetes, elas fornecem informações práticas limitadas. Todos os empregos serão afetados por essas tecnologias, seja direta ou indiretamente.

A questão que nos preocupa é: o que essas mudanças de emprego significam para as perspectivas de emprego, rendimentos e planos de carreira de trabalhadores com diferentes habilidades e recursos? E mais: como gerenciamos esse processo para melhorar as oportunidades de trabalho de forma ampla?

Para ir além de um foco simplista na contagem de empregos potencialmente afetados, um ponto de partida útil é examinar de perto os diferentes mecanismos por meio dos quais a automação altera o trabalho humano. Esse processo opera por meio de três canais distintos, mas relacionados: substituição, complementaridade e criação de novas tarefas. Desses três, apenas o primeiro (substituição) costuma ser reconhecido nas discussões populares — o que acreditamos levar a um pessimismo indevido.

A automação em seu nível mais básico serve para substituir os trabalhadores na execução de um subconjunto de tarefas de trabalho, muitas vezes aquelas que envolvem atividades fisicamente exigentes, repetitivas e rotineiras como, por exemplo, equipar escavadeiras de valas com escavadeiras mecânicas. Esse processo aumenta a produtividade e geralmente proporciona empregos mais seguros e interessantes aos trabalhadores. Mas esse deslocamento não é inócuo. Quando a maquinaria industrial têxtil substituiu fiandeiros, rendeiros e tecelões das zonas rurais com teares manuais na Inglaterra do século XIX, a mudança foi excelente para a produtividade e os consumidores, mas também uma adversidade séria e duradoura para os trabalhadores têxteis rurais.

Contudo, a substituição representa menos da metade da história (e de fato as máquinas raramente substituem os trabalhadores humanos na mesma proporção). Com frequência, a automação complementa as capacidades cognitivas e criativas dos trabalhadores. Os arquitetos que usam o *software* Computer Aided Design (CAD), por exemplo, podem projetar edifícios mais complexos com mais rapidez do que se fizessem com desenhos em papel. O maquinário aumenta o valor do conhecimento humano no desenvolvimento e na orientação de processos de produção complexos, assim como fornece ferramentas que permitem que as pessoas transformem suas ideias em produtos e serviços<sup>8</sup>. A automação amplia o poder das ideias, encurtando a distância entre sua concepção e realização. Com o tempo, a automação mudou profundamente a vantagem comparativa do trabalho humano do domínio físico para o cognitivo, o que gradualmente — e inexoravelmente — aumentou as demandas de raciocínio sistematizado formalmente e requisitos educacionais para a maioria dos empregos.<sup>9</sup>

Se o trabalho fosse estático, significaria o fim da história. Mas as novas tecnologias geralmente permitem ou exigem novas tarefas que demandam conhecimento, criatividade e discernimento humanos<sup>10</sup>. No século XIX, por exemplo, os avanços na metalurgia e a disseminação da eletrificação criaram uma nova demanda para telegráficos, gerentes e engenheiros elétricos. No século XX, mesmo com o maquinário agrícola deslocando trabalhadores agrícolas, as mudanças provocadas pela mecanização e o aumento da renda geraram no-

(...) um ponto de partida útil é examinar de perto os diferentes mecanismos por meio dos quais a automação altera o trabalho humano. Esse processo opera por meio de três canais distintos, mas relacionados: substituição, complementaridade e criação de novas tarefas.

<sup>7</sup> Veja o artigo de maior destaque dos autores Carl Benedikt Frey e Michael A. Osborne. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114(2016), 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>

<sup>8</sup> Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333.

<sup>9</sup> Goldin, C., & Katz, L. F. (2008). *The race between education and technology*. Cambridge, Mass.: Belknap.

<sup>10</sup> Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019, maio). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>

(...) a era digital catalisou a polarização do mercado de trabalho — ou seja, o crescimento simultâneo de empregos com nível maior de ensino e alta remuneração, e de menor nível de ensino e baixa remuneração, em detrimento de empregos que exigem qualificação média.

vos empregos em fábricas, escritórios, na área médica e de finanças. No século XXI, à medida que os computadores e *software* deslocavam trabalhadores que executavam tarefas repetitivas, criaram simultaneamente novas oportunidades em trabalhos novos e cognitivamente intensos, como desenhar, programar e manter máquinas sofisticadas, analisar dados e muitos outros.

## Será que agora é diferente?

Em épocas anteriores, a mecanização e a automação eliminavam muitos trabalhos indesejáveis, ao mesmo tempo em que criavam trabalhos mais desejáveis, aumentando a produtividade e proporcionando padrões de vida mais elevados. Será que a era atual de tecnologias digitais carrega as mesmas virtudes ou desta vez é diferente<sup>11</sup>? Em nossa avaliação, a era atual é diferente em dois aspectos: polarização do emprego e tecnologias "básicas".

### **POLARIZAÇÃO DO EMPREGO**

Uma primeira distinção entre o passado e o presente reside em como as tecnologias digitais remodelam a divisão de trabalho entre pessoas e máquinas.

A era da produção em massa gerou oportunidades de ganhos para os operários em fábricas e empresas, ao mesmo tempo que criou perspectivas para os trabalhadores qualificados em escritórios e outras profissões. Assim como as ondas anteriores de automação, a era atual de digitalização também complementa as habilidades de trabalhadores altamente qualificados, que possuem conhecimento, discernimento e criatividade. Mas, ao contrário de eras anteriores, a automação digital tende a deslocar trabalhadores de habilidades médias, que executam tarefas codificáveis de rotina, como vendas, suporte de escritório e administrativo, além de ocupações nas áreas de produção, artesanato e consertos em geral.

Ironicamente, a digitalização teve menor impacto nas tarefas dos trabalhadores em empregos manuais e serviços mal pagos. Essas posições exigem destreza física, reconhecimento visual, comunicação face a face e adaptabilidade situacional, cujas habilidades permanecem amplamente fora do alcance de *hardware* e *software* atuais, mas são prontamente realizadas por adultos com níveis intermediários de ensino<sup>12</sup>. À medida que as ocupações de qualificação média diminuíram, as ocupações manuais e de serviços se tornaram uma categoria de empregos cada vez mais fundamental para aqueles com Ensino Médio ou níveis abaixo dele.

Visto isso, à diferença da era de crescimento equitativo que a precedeu, a era digital catalisou a polarização do mercado de trabalho — ou seja, o crescimento simultâneo de empregos com nível maior de ensino e alta remuneração, e de menor nível de ensino e baixa remuneração, em detrimento de empregos que exigem qualificação média. Esse crescimento desigual concentrou as recompensas do mercado de trabalho entre os trabalhadores mais qualificados e com nível educacional maior, ao mesmo tempo que desvalorizou grande parte do trabalho não especializado que restou.

<sup>11</sup> Utiliza-se o termo *tecnologias digitais* para denotar o vasto conjunto de tecnologias possibilitadas pelo processamento simbólico, incluindo computadores, telefonia móvel, Internet, sistemas de posicionamento global (GPS), Inteligência Artificial (IA), robótica e muitos outras.

<sup>12</sup> Autor, D. H. (2015, Agosto). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>

## TECNOLOGIAS “BÁSICAS”

Uma segunda diferença importante entre a era da digitalização e eras anteriores é que a digitalização não gerou os mesmos ganhos de produtividade. Como podemos conciliar esses números lentos de produtividade com os impactos negativos sobre o trabalho dessas mesmas inovações? Parece contra-intuitivo que tantos tipos de trabalhadores — caixas, cozinheiros de *fast food*, operadores de máquinas, secretários jurídicos e assistentes administrativos — estejam perdendo seus empregos para tecnologias disruptivas, sem que esses mesmos cortes de empregos estimulem ganhos mensuráveis de produtividade.<sup>13</sup>

Para entender esse paradoxo, voltamos à nossa discussão sobre os mecanismos pelos quais a automação muda o trabalho humano — mais especificamente, aos efeitos de substituição e complementaridade. Quando uma nova tecnologia automatiza um conjunto de tarefas anteriormente realizadas por trabalhadores, ela substitui pessoas por máquinas. Esse processo aumenta a produtividade agregada à medida que o maquinário se torna mais barato, mais rápido ou melhor nas tarefas do que os trabalhadores que as executavam anteriormente. Os exemplos são inúmeros: pedágios automatizados substituem os cobradores de pedágio, acelerando o tráfego e reduzindo a poluição; *software* de composição tipográfica computadorizada substituem os tipógrafos humanos, permitindo um *layout* de impressão mais rápido e barato; *software* de declaração de impostos substituem contadores fiscais treinados, permitindo aos consumidores declararem seus impostos de forma barata com seus computadores pessoais.

A substituição de trabalhadores por máquinas cria vencedores e perdedores. Os ganhos normalmente fluem para as empresas por meio de lucros maiores e, para os clientes, por meio de preços mais baixos. Os custos, no entanto, normalmente são pagos pelos trabalhadores deslocados, suas famílias e suas comunidades, bem como pela população, por meio de programas de benefícios sociais dos quais os trabalhadores dependem quando perdem seus empregos.

Mas a automação também pode complementar os trabalhadores. As novas tecnologias muitas vezes aumentam a produtividade dos trabalhadores em suas tarefas de trabalho atuais, em vez de deslocá-los dessas tarefas. Os exemplos incluem ferramentas elétricas que equipam os trabalhadores do ramo da construção para produzirem mais em menos tempo; o *software* Computer Aided Design (CAD), que permite aos arquitetos explorarem rapidamente as opções de projeto sem antes precisarem fazer um esboço meticuloso e ferramentas de imagens médicas que aumentam a velocidade e a precisão com que os especialistas médicos diagnosticam os pacientes.

Tal como acontece com as tecnologias de substituição de trabalho, essas tecnologias complementares de trabalho também aumentam a produtividade. Porém, ao contrário de tecnologias que substituem a mão de obra, as tecnologias complementares tendem a aumentar os ganhos porque tornam os trabalhadores mais eficazes em suas tarefas de trabalho existentes. Também mudam frequentemente a natureza do trabalho e proporcionam novos recursos. Como os ganhos de produtividade costumam gerar preços mais baixos, melhor qualidade ou maior conveniência, o emprego de quem executa essas tarefas também pode aumentar.

(...) a automação também pode complementar os trabalhadores. As novas tecnologias muitas vezes aumentam a produtividade dos trabalhadores em suas tarefas de trabalho atuais, em vez de deslocá-los dessas tarefas.

<sup>13</sup> <https://www.bls.gov/emp/tables/occupations-largest-job-declines.htm>

(...) nem todas as inovações que aumentam a produtividade deslocam trabalhadores, e nem todas as inovações que deslocam trabalhadores aumentam substancialmente a produtividade.

Embora a maioria das novas tecnologias ofereça uma combinação de substituição e complementaridade, a combinação difere muito entre as tecnologias e as organizações, assim como os impactos na produtividade. É aí que reside uma realidade econômica pouco reconhecida: nem todas as inovações que aumentam a produtividade deslocam trabalhadores, e nem todas as inovações que deslocam trabalhadores aumentam substancialmente a produtividade.

Considere a introdução da iluminação elétrica no fim do século XIX. Ela permitiu que as plantas industriais operassem em turnos 24 horas por dia, reduzindo a exposição dos funcionários à fumaça de combustível ou derivados do petróleo e ao risco de incêndio, além de permitir que executassem tarefas de precisão com maior rapidez e detalhismo. A iluminação elétrica foi, portanto, fortemente complementar à mão de obra, aumentando a produtividade dos trabalhadores e estimulando a criação de novos empregos (por exemplo, com turnos noturnos). Embora alguns trabalhadores do setor de iluminação a gás tenham sido adversamente afetados, era favorável a razão entre os benefícios de produtividade amplamente distribuídos e o modesto deslocamento de trabalho.

Agora considere duas outras tecnologias digitais que se tornaram comuns recentemente: agentes telefônicos computadorizados, adotados por companhias aéreas e hotéis, e quiosques de autoatendimento oferecidos por grandes lojas. Ambas as tecnologias executam tarefas anteriormente realizadas por humanos. No entanto, nenhuma delas melhora a qualidade do produto ou serviço: agentes telefônicos computadorizados enfrentam problemas com tudo o que se pode imaginar, exceto com perguntas básicas; os quiosques de autoatendimento simplesmente transferem as tarefas de caixas experientes para clientes amadores. As empresas implantam essas tecnologias porque, assim, conseguem economizar com custos de mão de obra o suficiente para justificar o aumento da frustração de seus clientes, não porque tornam seus serviços melhores.

Os economistas Daron Acemoglu e Pascual Restrepo denominam esses últimos casos como “so-so” *technologies* (tecnologias “básicas”)<sup>14</sup>. Elas prejudicam os empregos e deslocam os trabalhadores sem gerar um aumento significativo na produtividade. Agentes telefônicos computadorizados e quiosques de autoatendimento provavelmente aumentam a produtividade em algum nível, pois se não fosse assim as empresas manteriam os trabalhadores humanos. Mas a razão entre deslocamento de trabalhadores e aumento da produtividade com essas tecnologias básicas é, possivelmente, menos favorável do que para inovações complementares à mão de obra, como a iluminação elétrica.

## Locais de trabalho do futuro: automação, robótica e Inteligência Artificial

Como os avanços amplamente divulgados sobre IA, aprendizado de máquina (ML, por sua sigla em inglês), robótica e veículos autônomos estão sendo aplicados atualmente e quais são as implicações para o futuro do trabalho? Que níveis de substituição, complementaridade e criação de novas tarefas podemos esperar?

---

<sup>14</sup> Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019, maio). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>

## OS ROBÔS ESTÃO CHEGANDO, MAS AINDA LENTAMENTE

Como ícones culturais, os robôs exploram medos e mitos de longa data sobre vida artificial, incluindo o *Frankenstein*, de Mary Shelley, e vilões da ficção científica moderna. Na prática, os robôs são mais prosaicos: variantes habilitadas por computador de sequenciadores mecânicos, manipuladores e plataformas móveis, habilitadas por sistemas de percepção e *software* cada vez mais poderosos. Embora os robôs tenham sido empregados em ambientes extremos por décadas (como guerras e voos espaciais), as aplicações industriais em grande escala tiveram um maior impacto na fabricação de produtos (na qual as indústrias automotiva e eletrônica foram as primeiras a adotá-los) e, cada vez mais, na automação da cadeia de abastecimento (distribuição, armazenamento, logística) em diferentes setores. Hoje, os robôs estão abrindo caminho em diversos novos ambientes, de serviços de alimentação a cirurgias, conforme a promessa dos *software* habilitados por IA amplia seu alcance e sua flexibilidade.

### ROBÔS INDUSTRIAIS

Indústrias como a de fabricação de automóveis e a eletrônica incorporaram a robótica no fim do século XX. Evidências recentes indicam que os robôs industriais deslocaram trabalhadores da produção e tiveram impactos negativos sobre os ganhos e o emprego geral nos mercados locais de trabalho em que as grandes fábricas estão localizadas<sup>15</sup>. Esses efeitos são resultados econômica, social e politicamente consequentes, mas seus impactos em toda a economia ainda não são expressivos, uma vez que a maioria da robótica industrial está concentrada em poucos setores da indústria.

Os robôs integram compreensão, percepção e comando e, portanto, são inerentemente mais complexos de serem implantados do que os sistemas de *software* convencionais. Diante disso, não se difundem na mesma velocidade rápida à qual estamos acostumados a ver com produtos baseados apenas em *software*, como aplicativos ou serviços *web*. Os robôs continuam sendo caros, relativamente inflexíveis e difíceis de integrar em ambientes de trabalho.

Esses obstáculos estão diminuindo, mas em um ritmo gradual. A manipulação de precisão tem conquistado grandes avanços, mas a flexibilidade humana ainda está longe de ser alcançada. Da mesma forma, a navegação autônoma para robôs móveis funciona bem em ambientes estruturados, mas apresenta problemas em áreas dinâmicas ou não estruturadas. Robôs maiores, ou aqueles que operam como veículos ou máquinas pesadas, são perigosos para as pessoas, demandando requisitos de segurança que limitam ainda mais o ritmo de mudança.

### ROBÔS COLABORATIVOS E INTELIGÊNCIA AUMENTADA

Nem todos os robôs deslocam trabalhadores, e grandes esforços estão sendo feitos, especialmente com robôs colaborativos, para aumentar sua complementaridade com as pessoas. Comparados aos robôs tradicionais, os robôs colaborativos são menos caros, mais fáceis de programar e mais seguros para trabalharmos em conjunto. Embora os robôs colaborativos sejam uma pequena fração da indústria robótica total, eles representam a vanguarda de uma nova onda de “*inteligência aumentada*”, em que a IA e tecnologias relacionadas ajudam os trabalhadores humanos a torná-los mais produtivos — realçando a natureza complementar de novas formas de automação.

Os robôs continuam sendo caros, relativamente inflexíveis e difíceis de integrar em ambientes de trabalho.

<sup>15</sup> Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017, março). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, forthcoming, <https://doi.org/10.3386/w23285>; Bharadwaj, A., & Dvorkin, M. A. (2019, julho 10). *The rise of automation: How robots may impact the U.S labor market* (Federal Reserve Bank of St. Louis). <https://www.stlouisfed.org/publications/regional-economist/second-quarter-2019/rise-automation-robots>

A maioria dos casos de sucesso atuais de IA envolve formas de sistemas de aprendizado de máquina (ML), em aplicações em que uma grande quantidade de dados está disponível.

### ALÉM DO CHÃO DE FÁBRICA

À medida que ganham flexibilidade, os robôs comerciais assumirão um conjunto maior de tarefas em depósitos, hospitais e lojas de varejo. Além disso, realizarão mais tarefas fora das fábricas que substituirão as tarefas humanas comuns, como estocar, transportar e limpar, bem como tarefas físicas complicadas, que exigem escolher, colher, inclinar-se ou agachar-se (como ocorre em ambientes agrícolas). Conforme já ouvimos de diversas empresas, os avanços na robótica podem substituir tarefas humanas relativamente mal remuneradas e podem aumentar a produtividade dos trabalhadores, liberando sua atenção para que se concentrem no trabalho de maior valor agregado.<sup>16</sup>

### INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APRENDIZADO DE MÁQUINA: FORÇAS PROFUNDAS, CAPACIDADES LIMITADAS

Embora a IA seja um dos componentes da robótica, ela tem um alcance mais amplo em formatos baseados somente em *software*. Ainda que seja mais incerto, o estado atual da IA é semelhante ao estado atual da robótica. A Inteligência Artificial Geral, a ideia de um cérebro realmente artificial semelhante ao cérebro humano, continua sendo um tema de profundo interesse de pesquisa, mas uma meta ambiciosa que os especialistas concordam estar em um futuro distante. Alguns especialistas, incluindo o conselheiro da MIT Task Force on the Work of the Future, professor Rodney Brooks, argumentam que o tradicional “teste de Turing” para Inteligência Artificial deve ser atualizado. O novo padrão para Inteligência Artificial Geral deve incluir tarefas de trabalho, como aquelas exigidas de um auxiliar da saúde em domicílios — incluindo ajuda física a um ser humano frágil, observações de seu comportamento e comunicações com familiares e médicos<sup>17</sup>. Novos entendimentos do trabalho podem até nos levar a redefinir a busca pela Inteligência Artificial Geral.

Com as formas de IA que existem hoje, as empresas estão experimentando com novas tecnologias e com modos de reorganizar seus fluxos de trabalho, de alocação de tarefas e de concepção de trabalho para melhor adotar novas tecnologias que aumentem a produtividade. Mas o ritmo de implementação parece desigual entre os setores, assim como o tamanho das empresas também o é.

A maioria dos casos de sucesso atuais de IA envolve formas de sistemas de aprendizado de máquina (ML), em aplicações em que uma grande quantidade de dados está disponível. Essas técnicas básicas já existem há muito tempo, mas, na última década, novos *hardware*, *software* e dados em grande escala tornaram o ML notavelmente mais poderoso.

As aplicações de ML incluem classificação de imagens, reconhecimento facial e tradução automática. Elas são familiares para os consumidores em aplicativos como Amazon Alexa, análises de esportes em tempo real, reconhecimento facial em redes sociais e mecanismos de recomendação para clientes. Um conjunto equivalente de aplicações encontra seu lugar nos negócios, incluindo análise de documentos, atendimento aos clientes e previsão de dados. As barreiras para implantar essas tecnologias estão sendo rapidamente derrubadas na medida que os serviços de IA baseados em nuvem tornam os algoritmos – antes disponíveis apenas para empresas altamente qualificadas

<sup>16</sup> Uma pesquisa recente da professora Julie Shah, do MIT, mostrou como os robôs podem ajudar os enfermeiros a tomarem decisões críticas e urgentes em uma enfermaria de obstetrícia. Gombolay, L. M., Jessie-Yang, X., ... , Shah, J. (2018). Robotic assistance in coordination of patient care. *International Journal of Robotics Research*, 37(10), 1300-1316.

<sup>17</sup> Mindell, D. (2019, janeiro 3). Are home health aides the new turing test for AI? *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/davidmindell/2019/01/03/are-home-health-aids-the-new-turing-test-for-ai/>

e com muitos recursos – agora acessíveis para pequenas empresas e, até mesmo, empresas individuais.

Essas aplicações já estão substituindo tarefas e aspectos de empregos existentes: por exemplo, trabalhadores que categorizam dados, paralegais da área jurídica que fazem buscas em documentos ou operários de produção que realizam inspeção de qualidade nas linhas de fábrica<sup>18</sup>. Também vemos casos em que ferramentas de IA e ML são adotadas para tornar os funcionários existentes mais eficazes, auxiliando nas respostas da central de atendimento, por exemplo, ou acelerando a recuperação e o resumo de documentos. Algumas aplicações na área da engenharia envolvem o uso de IA para pesquisar modelos físicos e espaços de *design* para propor alternativas aos *designers* humanos – permitindo que as pessoas criem *designs* totalmente novos. Resumindo, os sistemas de IA e ML têm profundas implicações no ambiente de trabalho, à medida que as ferramentas nas quais confiamos se tornam mais inteligentes e difundidas.

O ML difere das ondas anteriores de automação porque se aplica a trabalhos que requerem níveis de ensino maiores e também os menores, além de ter a promessa de aprender enquanto trabalha. Além disso, o ML se aplica ao nível de tarefas (idealmente para aquelas cujos resultados sejam facilmente mensuráveis) e não automatiza totalmente ocupações específicas em qualquer caso pelo que temos conhecimento, embora todas estejam expostas de alguma forma. Por exemplo, a interpretação de ML de imagens de raios-X, embora seja uma parte importante do trabalho de um radiologista, afeta apenas uma entre diversas tarefas realizadas por um radiologista profissional. Esse efeito pode, por sua vez, complementar outras tarefas realizadas por radiologistas, como a realização de exames físicos e a elaboração de planos de tratamento.

### APRENDENDO A USAR O APRENDIZADO DE MÁQUINA (ML)

Para aproveitar os pontos fortes e as limitações do ML, as organizações deverão redesenhar o fluxo de trabalho e repensar a divisão de tarefas entre trabalhadores e máquinas, semelhante ao que ocorreu quando a Amazon implantou a robótica em seus depósitos. As mudanças resultantes na concepção do trabalho irão modificar a natureza de muitos empregos, em alguns casos profundamente. Mas as implicações para grupos de habilidades específicas ainda são incertas e, em parte, dependerão de escolhas gerenciais e organizacionais, não apenas de tecnologias. Devemos, no entanto, esperar um declínio na demanda por algumas categorias de tarefas ocupacionais amplas que são mais adequadas para aplicações de ML, incluindo áreas de operação administrativa e suporte por telefone, serviços de transcrição e tradução, atendimento ao cliente, atividades de monitoramento de crédito e diferentes atividades de gestão financeira.<sup>19</sup>

Os sistemas de ML ainda enfrentam desafios com relação à resistência e explicabilidade. As indústrias que adotam ML estão lentamente aprendendo que os dados utilizados para treinar sistemas de ML devem ser tão imparciais e confiáveis quanto os próprios sistemas precisam ser – desafios cruciais em uma era repleta de *hacking* e guerra cibernética. Além disso, os sistemas de ML tendem a ser “caixas-pretas”, pois não esclarecem como ocorre o processo de tomada de decisão. A explicabilidade, entretanto, é essencial para sistemas que

Por exemplo, a interpretação de ML de imagens de raios-X, embora seja uma parte importante do trabalho de um radiologista, afeta apenas uma entre diversas tarefas realizadas por um radiologista profissional.

<sup>18</sup> Brynjolfsson, E. & Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, 358(6370), 1530-1534. <https://doi.org/10.1126/science.aap8062>

<sup>19</sup> Brynjolfsson, E., & Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, 358(6370), 1530-1534. <https://doi.org/10.1126/science.aap8062>

devem ser resistentes a falhas, interagir com humanos e auxiliar em decisões significativas com implicações legais ou críticas à vida.

Embora pareça improvável que a IA tenha impactado o mercado de trabalho atual de forma significativa — além de estimular o aumento da demanda por cientistas da computação e de dados — não temos evidências definitivas sobre o assunto até o momento. A IA está sendo aplicada a uma série de tarefas no trabalho de escritório e a previsão é de que tenha maiores efeitos de deslocamento em profissionais e técnicos mais qualificados do que as ondas anteriores de automação<sup>20</sup>. Medições comprovadas desses efeitos, no entanto, ainda estão em desenvolvimento.

## Entrevista I



**Aiha Nguyen**  
Diretora de  
Programa da  
Iniciativa Labor  
Futures na  
Data & Society.

**Panorama Setorial da Internet (P.S.I)\_ Como a Inteligência Artificial (IA) está mudando as práticas no local de trabalho atualmente? Mais especificamente, como a IA está sendo utilizada para a gestão algorítmica? Poderia nos dar exemplos?**

**Aiha Nguyen (A.N.)\_** Há muitos casos de uso de IA e de sistemas automatizados de tomada de decisão nos locais de trabalho. Geralmente, as tecnologias centradas em dados têm muitos propósitos. De acordo com o que os empregadores ou usuários de tecnologias desejam realizar, elas podem ser aplicadas em praticamente qualquer setor. As ferramentas de monitoramento podem ter diversas finalidades, como proteção de ativos e segredos comerciais, controle de custos, aplicação de protocolos, aumento da eficiência do trabalho ou proteção contra riscos que advêm da responsabilidade legal. Novas tecnologias que combinam ferramentas de monitoramento com coleta de dados granulares são amplamente utilizadas por empregadores para gerenciar grandes forças de trabalho. Os dados da atividade laboral, como índices de trabalho, transações e até mesmo tom de voz, podem ser utilizados para modificar rapidamente os fluxos de trabalho, detectar comportamentos divergentes, avaliar o desempenho e automatizar tarefas. No setor de armazenamento, os sistemas de gestão algorítmica podem definir o índice de trabalho dos funcionários e também fornecer *feedback* em tempo real. Empresas varejistas, incluindo supermercados, costumam usar tecnologia de escalonamento preditivo, que coleta informações de uma série de fontes, como o clima e o tráfego de clientes, para ajudar a definir cronogramas que correspondam ao tráfego previsto de clientes. Plataformas de trabalho como Uber e DoorDash dependem de algoritmos que podem processar dados de localização, tráfego e padrões de direção para designar motoristas aos passageiros e definir preços dinamicamente.

---

<sup>20</sup> Webb, M. (2019, julho). The impact of Artificial Intelligence on the labor market. *Stanford University Working Paper*.

**P.S.I.\_ Quais são as principais implicações legais e éticas da adoção de novas técnicas e ferramentas tecnológicas no ambiente de trabalho?**

**A.N.\_** Grande parte da discussão sobre IA e tecnologias centradas em dados tem sido em torno dos dados coletados sobre os usuários da tecnologia. No entanto, há poucas proteções para os indivíduos no trabalho, onde as pessoas têm muito menos poder na escolha de usar ou não as tecnologias. Essas proteções e leis variam de acordo com cada país: nos Estados Unidos, por exemplo, não existe uma lei abrangente de proteção de dados e, em geral, os empregadores têm ampla liberdade para supervisionar os trabalhadores, definir resultados de produtividade e determinar os parâmetros do ambiente de trabalho.

As ferramentas baseadas em dados podem tirar a privacidade dos trabalhadores porque esses dados podem não ser fornecidos de forma voluntária ou consciente. Em particular, as ferramentas que coletam dados biométricos têm gerado muito debate em relação à quantidade de dados que os empregadores devem solicitar aos funcionários. Por exemplo, pode ser solicitado que os funcionários utilizem aplicativos que auxiliam no trabalho, como reabastecer itens em uma loja, mas muitos aplicativos exigem que os funcionários liguem câmera, microfone e rastreamento de localização para funcionar. Muitas vezes, esses sistemas de rastreamento não desligam automaticamente. Alguns empregadores já chegaram a exigir o uso de rastreadores de saúde e condicionamento físico como parte dos programas de saúde da empresa. Algumas dessas informações são protegidas, mas não todas. Com a COVID-19 dominando o mundo, muitos empregadores estão implementando rastreamento de contato nos locais de trabalho, criando novas preocupações éticas e legais em relação a quais dados os empregadores devem conhecer sobre o paradeiro e a saúde dos funcionários.

Mais recentemente, nota-se uma nova batalha jurídica em relação à classificação incorreta de funcionários, que é uma forma de ter funcionários trabalhando como profissionais independentes a fim de contornar as proteções trabalhistas. A classificação incorreta sugere que os funcionários que trabalham em plataformas de trabalho e regidos por algoritmos têm independência e não são controlados pelos empregadores. Em alguns países, os profissionais independentes não podem ter acesso a proteções e benefícios básicos, como salário mínimo, horas extras, plano de saúde, licença médica remunerada e indenização trabalhista. Infelizmente, esse argumento pode ser aplicado a quase todos os trabalhadores, pois os sistemas de gestão algorítmica são usados em quase todas as formas de emprego.

**P.S.I.\_ Quais são os principais desafios que surgem com o aumento da coleta de dados sobre os trabalhadores e o local de trabalho?**

**A.N.\_** De forma geral, estamos preocupados com a capacidade desses sistemas de perpetuar as desigualdades sociais já existentes. Existe uma grande quantidade de pesquisas que demonstram a prevalência de um viés algorítmico em sistemas de IA. O mesmo pode ser dito para o uso de IA e sistemas automatizados de tomada de decisão no trabalho, que incluem vieses e também perpetuam a desigualdade em geral.

"Os sistemas automatizados de tomada de decisão podem levar à intensificação do trabalho e, ao mesmo tempo, criar maior instabilidade e insegurança para os funcionários."

"Proteger a força de trabalho não deve ser um objetivo secundário, mas parte do entendimento sobre o fato de uma tecnologia ser benéfica ou não."

Os sistemas automatizados de tomada de decisão podem levar à intensificação do trabalho e, ao mesmo tempo, criar maior instabilidade e insegurança para os funcionários. Em setores como armazenamento e logística, algoritmos alimentados por dados dos trabalhadores e demandas do empregador por alta produção estão levando a uma aceleração no trabalho. Conforme explicado, os dados podem ser usados para identificar condutas erradas dos funcionários, a fim de corrigir e controlar o comportamento, mas também para disciplinar e demitir. Os dados por si só são medidas imprecisas, já que identificam incorretamente alguns comportamentos como anormais ou não levam em consideração o contexto do mundo real. No entanto, os funcionários podem ser disciplinados com base apenas em métricas. A tecnologia de escalonamento tornou a vida dos trabalhadores mais instável ao permitir mudanças rápidas e de última hora, geralmente para reduzir os custos de mão de obra. Ao definir cronogramas que atendem apenas as necessidades das empresas, os funcionários acabam carregando um fardo, já que os horários se tornam mais irregulares e instáveis. Para outros funcionários, a coleta de dados e a tomada de decisão automatizada podem criar insegurança porque os algoritmos são obscurecidos. Ou seja, os funcionários podem ser atribuídos a turnos, disciplina, pagamento ou qualquer outro fator com base em um algoritmo opaco.

São muitos os desafios que surgem com o aumento da coleta de dados sobre os trabalhadores e o local de trabalho. O principal deles é a perda de autonomia que acompanha o direito à privacidade. Quando falamos sobre autonomia, entretanto, isso inclui a forma como os funcionários realizam seu trabalho, mas pode incluir também outros aspectos da vida fora do local de trabalho. Conforme mencionado anteriormente, a tecnologia de escalonamento pode tornar as tarefas dos trabalhadores mais erráticas e instáveis. As consequências para os funcionários do varejo é que eles não podem planejar a vida fora do trabalho, incluindo estudos e atividades com os filhos.

***P.S.I.\_ Que medidas devem ser tomadas para alavancar os benefícios das novas tecnologias e, ao mesmo tempo, proteger a força de trabalho? Qual é o papel da transparência e da accountability neste contexto?***

***A.N.\_*** Se a primeira questão reflete o debate atual, então todo o debate precisa mudar. Proteger a força de trabalho não deve ser um objetivo secundário, mas parte do entendimento sobre o fato de uma tecnologia ser benéfica ou não. Em vez de calcular apenas os benefícios e lidar posteriormente com as desvantagens, deve-se avaliar as vantagens e desvantagens da tecnologia antes que ela possa ser considerada benéfica. No momento, grandes corporações e empregadores são os proprietários dessas tecnologias e as usam para reduzir os custos de mão de obra ou das operações. A transparência e a *accountability* colocam os trabalhadores em uma posição de desvantagem, já que precisam exigir que suas preocupações sejam consideradas depois que uma nova tecnologia já foi introduzida. Em vez disso, é necessário garantir aos funcionários, e possivelmente outras partes interessadas, como membros da comunidade, o direito de participar da discussão para determinar a concepção, a implementação e os benefícios de tais sistemas.

## Artigo II

# A pandemia, a tecnologia e o trabalho no meio da encruzilhada

Por Glauco Arbix<sup>21</sup> e Alvaro A. Comin<sup>22</sup>

A expansão, profundidade e gravidade da pandemia levaram governos e instituições em todo o mundo a buscar formas de se adaptarem às novas realidades, que começaram a despontar com a evolução da crise na saúde, seu desdobramento e difusão na economia, na política e em todas as dimensões da sociedade.

Os danos causados pela pandemia COVID-19 manifestaram-se com força no cenário mundial de 2020, quando um conjunto de novas tecnologias dava forma a um poderoso ciclo de inovações, sustentado pelo avanço de técnicas digitais, por um gigantesco volume de dados disponíveis, pela automação e sistemas integradores, assim como pela sofisticação de computadores e algoritmos. O destaque desse novo mundo, ainda em formação, pode ser atribuído às tecnologias de Inteligência Artificial (IA), que não somente se mostram capazes de afetar a realidade econômica e social, como modificam os mecanismos mais sutis que geram conhecimento novo e que dão base aos avanços da ciência e tecnologia. Por isso mesmo, a IA consolida-se cada vez mais como uma constelação de tecnologias de propósito geral, dada sua capacidade de modificar e emular os próprios processos de inovação.

O alcance desse novo ciclo tecnológico se fazia sentir antes mesmo da definição das políticas de distanciamento físico e de contração da economia, decorrentes da pandemia, que geraram perda de dinamismo da atividade empresarial e redução drástica da capacidade fiscal dos estados. A atividade econômica e praticamente todas as dimensões da vida social já viviam mudanças profundas provocadas pela disseminação da IA, da computação em nuvem, do *Big Data*, da bio e nanotecnologia, da robótica e da impressão em 3D.

Tudo isso com potencial para transformar a educação, a vida nas cidades, os sistemas de comunicação, a segurança pública, a geração de energia e abrir, assim, novas oportunidades para o desenvolvimento sustentável das economias e para a elevação da qualidade de vida de populações inteiras.

O problema é que nem sempre essas tecnologias são orientadas para gerar uma prosperidade compartilhada e justa. A começar pelo *gap* existente entre os poucos países que desenvolvem essas novas tecnologias e a imensa maioria das nações do planeta. Mesmo no interior desse grupo de elite, são poucas as empresas e universidades que conseguem, de forma substantiva, dominar esse novo ciclo e expandir as fronteiras do conhecimento.



### Glauco Arbix

Professor titular do Departamento de Sociologia da Universidade de São Paulo (USP).

<sup>21</sup> Professor titular do Departamento de Sociologia da Universidade de São Paulo (USP), coordenador da área de Humanidades do Center for Artificial Intelligence (USP-IBM-Fapesp) e da Rede de Pesquisa Solidária. Ex-presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

<sup>22</sup> Professor do Departamento de Sociologia da USP e pesquisador do Center for Artificial Intelligence (USP-IBM-Fapesp).



**Alvaro A. Comin**

Professor do  
Departamento  
de Sociologia da  
Universidade de  
São Paulo (USP).

Quando as tecnologias não se mostram capazes de beneficiar todos, os resultados quase sempre apontam para a concentração de renda, o aumento da distância que separa os países desenvolvidos dos emergentes, a elevação das desigualdades, para não falar dos desequilíbrios no campo da ética, da privacidade, dos direitos humanos e da democracia.

O fato é que a pandemia aumentou as incertezas em todo o globo e atingiu, de modo especial, as áreas relacionadas ao emprego e as atividades de trabalho. Milhões de pessoas que já estavam pressionadas pela automação tornaram-se ainda mais fragilizadas com as mudanças na jornada de trabalho, nos sistemas de contratação, no rebaixamento da remuneração e, evidentemente, pelas demissões. A situação que era ruim para os mais frágeis, tornou-se pior, porque arrastou para o terreno da vulnerabilidade novos contingentes em todos os países. O risco é que as condições supostamente transitórias se tornem permanentes. Pesquisa da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) feita entre seus países membros registra que 43% das empresas entrevistadas planejam reduzir o número de funcionários com o uso de novas tecnologias e 41% farão uso mais intensivo de processos de terceirização; e a maior parte das empresas espera equalizar as horas de trabalho humano e das máquinas em 2025 (OCDE, 2020).

O Brasil vivia dilemas semelhantes antes mesmo da crise desencadeada pelo coronavírus. Não apenas porque eram notáveis as dificuldades para realizar o *catch up* com as inovações avançadas, mas também porque o mercado de trabalho raramente deixou de ser disfuncional e desequilibrado, com mais de 40% dos trabalhadores imersos na informalidade e uma dificuldade crônica de geração de empregos de qualidade.

Com a pandemia, vieram mudanças enormes no sistema de emprego e nos processos de trabalho, o que colocou novos desafios para a sociedade, em especial os relacionados à urgente necessidade de qualificar profissionais com novos perfis e de requalificar os que começaram a ser deslocados pela crise e pelas novas demandas provocadas pelo rápido avanço das tecnologias digitais. Neste contexto, o mercado de trabalho passou a conviver com um acelerado crescimento do desemprego, com mudanças legais e regulatórias, que atingiram os sistemas de remuneração, de jornada, de contratações, de pensões, de aposentadorias e de proteção social. Mudanças essas que se mesclaram à presença de novas relações de trabalho, como as geradas por plataformas digitais (a exemplo de Uber, iFood, Rappi e outras) e pelo crescimento ainda incipiente da demanda por habilidades cognitivas ligadas à análise e resolução de problemas complexos e por trabalhadores com perfis de comportamento ligados à tolerância para atividades multidisciplinares. Empresas mais intensivas em tecnologia de comunicação e de automação, em vários setores da economia, começaram a expor suas dificuldades para a contratação de mão de obra qualificada.<sup>23</sup>

A retração da economia, os cortes de postos de trabalho e as mudanças nos sistemas de contratação rebaixaram as condições de vida de mi-

---

<sup>23</sup> Pesquisa patrocinada pela Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom) revelou um desequilíbrio entre a quantidade de vagas disponíveis e a carência de pessoal para suprir as áreas de tecnologia da informação (TI) e de computação que, entre 2019 e 2024, deverão deixar grande parte das 290 mil vagas planejadas sem preenchimento, se não houver políticas e programas adequados para superar a atual situação (Brasscom, 2020).

lhões de trabalhadores. Na verdade, muitas iniciativas ligadas às reformas trabalhistas começaram a ser implementadas em 2017 e convergiram com muitas medidas tomadas durante a pandemia, sempre na direção da flexibilização de contratos e da possibilidade de diminuição e redistribuição da jornada de trabalho.

É certo que, no enfrentamento da COVID-19 no Brasil, o governo federal e os governadores editaram programas emergenciais<sup>24</sup> em busca da preservação do emprego e da renda. Entretanto, mais de 15 milhões de acordos de flexibilização do contrato de trabalho foram celebrados até agosto de 2020 (Prates & Barbosa, 2020). Segundo a Pesquisa Pulso Empresa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que avalia o impacto da COVID-19 nas empresas, a pandemia foi responsável por 39,4% do 1,3 milhão de suspensões temporárias ou definitivas de empresas na primeira quinzena de junho. E, pela primeira vez na série histórica do IBGE, abril de 2020 registrou intensa queda do nível de emprego, quando os desocupados e inativos representaram mais de 50% do total da força de trabalho (Prates & Barbosa, 2020).

Apesar das políticas de proteção, muitas novidades legais e regulatórias tendem a permanecer ao longo do tempo, principalmente porque algumas respondem à lógica preventiva da saúde (por exemplo, ao distanciamento físico), outras contribuem para a eficiência do trabalho (redução de custo) e outras ainda, pelas vantagens oferecidas, como a diminuição do tempo de deslocamento e redução da poluição.

## Novas plataformas, novas lógicas

A disseminação do uso de tecnologias que incorporam IA afeta o mercado de trabalho de várias maneiras<sup>25</sup>. Plataformas de serviços de transporte e entregas, como Uber e iFood, por exemplo, que utilizam algoritmos para reunir motoristas/motociclistas e passageiros/consumidores, geram novos tipos de relações de trabalho para as quais ainda não há princípios regulatórios bem estabelecidos; essas plataformas se autodefinem como simples intermediadoras de trocas entre consumidores e provedores de serviços, caracterizando os condutores como profissionais autônomos, isentando-se assim de qualquer responsabilidade empregatícia. Mas essa definição está longe de ser consensual e as disputas em torno de sua regulamentação estão apenas começando. Na recente eleição dos Estados Unidos, os eleitores da Califórnia decidiram que os motoristas do Uber não são funcionários da empresa e sim profissionais autônomos. Em Londres, onde a licença para o serviço chegou a ser suspensa em 2018, por falhas de segurança

Plataformas de serviços de transporte e entregas, como Uber e iFood, por exemplo, que utilizam algoritmos para reunir motoristas/motociclistas e passageiros/consumidores, geram novos tipos de relações de trabalho para as quais ainda não há princípios regulatórios bem estabelecidos (...).

<sup>24</sup> Em abril de 2020, o presidente Jair Bolsonaro sancionou a Lei n. 13.982/2020 que determinou a concessão de uma Renda Básica Emergencial de R\$ 600 (cerca de US\$ 100) *per capita* a grupos vulneráveis da sociedade durante a pandemia. O valor do benefício diminuiu após três meses para R\$ 300. Sua continuidade ainda está em debate no governo e no Congresso. Vários estados e municípios brasileiros também aprovaram seus próprios programas, ainda que com valores diferentes do programa do governo federal.

<sup>25</sup> É importante registrar que não há dados confiáveis referentes ao impacto das novas tecnologias na geração de empregos. Os estudos disponíveis são parciais, não são conclusivos e oferecem resultados totalmente díspares, que oscilam entre a tragédia do desemprego global e a multiplicação de postos de trabalho. Várias dessas pesquisas tratam de processos de automação e, não raramente, tendem a atribuir à Inteligência Artificial seus resultados, como se automação e IA pudessem ser equalizados. Mas não podem.

Para além das relações de trabalho, as novas tecnologias afetam as qualificações e os atributos profissionais demandados pelo mercado.

na identificação dos motoristas, a decisão sobre a questão trabalhista está nas mãos da Justiça. Seguindo a mesma lógica, vários outros tipos de serviços, de manutenção predial (encanadores, eletricitas, etc.) até aulas de reforço escolar podem ser encontrados em plataformas específicas, operando no mesmo vazio regulatório. Para que a sociedade decida sobre estas questões, é essencial que existam sistemas de informações públicas abrangentes e confiáveis e, para isso, é preciso tanto atualizar as tradicionais fontes, como as pesquisas de emprego e desemprego, bem como criar novas formas de coleta e publicização de dados.

Essa “economia de plataformas” – como vêm sendo chamados esses serviços – começa a alterar também os mecanismos de intermediação entre oferta e demanda por trabalho. Plataformas como LinkedIn e UpWork, por exemplo, utilizam sistemas baseados em algoritmos para efetuar o *matching* entre profissionais e vagas de trabalho, com base nas qualificações requeridas pelas empresas. A intermediação por algoritmos, em princípio, amplia o leque de opções dos agentes e reduz os custos da procura, mas também envolve riscos de reprodução e amplificação dos bem conhecidos vieses discriminatórios contra grupos específicos de trabalhadores, como mulheres, negros ou imigrantes. Uma vez que os sistemas de aprendizado de máquina (*machine learning*) aprendem, por exemplo, com base nos dados passados se determinadas profissões são historicamente exercidas predominantemente por homens, o sistema poderá privilegiar homens na hora de distribuir as ofertas de vagas, reduzindo as chances de que mais mulheres exerçam essa profissão. E, assim, as desigualdades passadas são reiteradas e projetadas para o futuro.

Para além das relações de trabalho, as novas tecnologias afetam as qualificações e os atributos profissionais demandados pelo mercado. Automação e IA tendem a substituir atividades rotineiras e previsíveis, afetando ocupações de tipo manual, mas também e cada vez mais ocupações de “colarinho branco” típicas de profissionais de nível superior. Qualificações ligadas à programação avançada, IA, *Big Data*, computação em nuvem e marketing digital estão hoje entre as mais demandadas pelo mercado, enquanto profissões tradicionais como contadores, administradores e auditores estão cada vez mais em baixa. Analogamente, o crescimento do varejo *on-line*, tendência que foi muito reforçada pela pandemia, elimina postos de trabalho ligados a atendimento direto a consumidores, como vendedores e caixas, ao passo que a demanda por serviços de logística e transporte é impulsionada.

Em face destes múltiplos deslocamentos entre modalidades de relações de trabalho, tipos de ocupação e setores de atividade, desencadeados pelas inovações tecnológicas, muito se tem debatido sobre o futuro do trabalho. O receio de que as máquinas roubem os empregos dos humanos e produzam desemprego em massa está no centro deste debate.

Por ora, esta discussão é um tanto especulativa e os estudos empíricos estão muito concentrados na realidade norte-americana, onde estas tendências estão mais avançadas e as fontes de dados primários são mais fartas. Naturalmente, não há consenso neste debate. Por exemplo, o especialista em tecnologia Martin Ford (2015) desenha um futuro de colapso dos empregos, enquanto o economista David Autor (2015) garante que as tecnologias também criam novos empregos compensando os que destroem.

Neste último caso, com a ressalva de que o perfil dos novos empregos será, muito provavelmente, polarizado, com um número relativamente pe-

queno de ocupações de alta qualificação e remuneração, concentrados em setores como tecnologia da informação (TI) e finanças, *versus* um grande volume de ocupações de baixa qualificação e remuneração, em setores como comércio e serviços pessoais. No entanto, qualquer que seja a conclusão do debate, é fato que os Estados Unidos não servem de parâmetro para países como o Brasil, onde a penetração destas novas tecnologias é muito mais lenta e desigual.

Mesmo que prevaleçam os cenários mais otimistas e novos empregos sejam gerados em quantidade suficiente, o perfil dos trabalhadores cujas funções se tornam obsoletas não necessariamente se ajusta às qualificações requeridas pelas novas ocupações, o que se constitui um dos maiores desafios para especialistas e formuladores de políticas públicas.

No Brasil, onde a força de trabalho tem escolaridade formal relativamente baixa e a qualidade do ensino é insuficiente, os investimentos necessários para a requalificação dos trabalhadores devem ser ainda maiores e os resultados mais lentos. Além disso, a rapidez das inovações torna cada vez mais difícil prever, para além do curto prazo, a natureza das qualificações que serão demandadas no futuro. Para profissionais de nível superior e que já desempenham funções que exigem alguma familiaridade com tecnologias de informação e comunicação (TIC), o esforço de reconversão profissional é, naturalmente, menor e suas chances de recolocação futura, mantendo os mesmos patamares de remuneração e *status* profissional, são muito maiores. Já para trabalhadores com formação escolar intermediária ou baixa, em particular os mais velhos, as dificuldades serão muito maiores e as chances de que venham a sofrer queda nos rendimentos e precarização das condições de trabalho são significativas.

Cabe mencionar que recursos tecnológicos diversos passaram a ser desenvolvidos e utilizados por empresas e instituições da sociedade como meio de adaptação às novas realidades da comunicação, da produção, do recrutamento, da contratação e do treinamento que começaram a se configurar. Em países que contam com recursos de infraestrutura, o teletrabalho permitiu que as empresas continuassem suas operações. Por exemplo, com o distanciamento físico, cerca de 75 milhões de norte-americanos passaram a cumprir seus compromissos de trabalho a partir de suas casas<sup>26</sup>. No Brasil, diferentemente, o acesso a modalidades de trabalho em casa ou remoto foi restrito apenas aos extratos elevados de renda. Segundo a PNAD COVID19, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o percentual de pessoas que trabalharam a partir de suas residências (maio de 2020) não superou 10,3% da população ocupada (IBGE, 2020). Deficiências de infraestrutura, a elevada informalidade, a falta de acesso à Internet, de conhecimentos e habilidades digitais foram as principais razões para a baixa capacidade de adaptação do mercado brasileiro e sua interação com novas modalidades propiciadas pela tecnologia.<sup>27</sup>

## Em busca de alternativas

A combinação dos efeitos da pandemia com as novas tecnologias pode alterar a dinâmica do emprego e dos processos de trabalho em todo o mun-

<sup>26</sup> 42% dos norte-americanos passaram a trabalhar remotamente, a partir de suas casas, segundo pesquisa de Nicholas Bloom (2020), do Stanford Institute for Economic Policy Research. Disponível em: <https://siepr.stanford.edu/research/publications/how-working-home-works-out>

<sup>27</sup> Para mais informações, ver pesquisa coordenada por Rogério Barbosa, Ian Prates, Fábio Senne, Leonardo Lins e Thiago Meireles no Boletim n. 16 da Rede de Pesquisa Solidária, de 17 de julho de 2020. Disponível em: <https://redepesquisasolidaria.org/boletins/>

Mesmo que prevaleçam os cenários mais otimistas e novos empregos sejam gerados em quantidade suficiente, o perfil dos trabalhadores cujas funções se tornam obsoletas não necessariamente se ajusta às qualificações requeridas pelas novas ocupações, o que se constitui um dos maiores desafios para especialistas e formuladores de políticas públicas.

Mesmo em profissões de elevada qualificação, tendências de digitalização na prestação de serviços, já em curso há anos, foram aceleradas durante a pandemia com consequências que podem se tornar permanentes.

do, inclusive para compensar a queda do nível de ocupação, uma vez que o volume agregado de horas trabalhadas foi fortemente impactado, com forte redução da capacidade produtiva. Tal alteração tem vantagens e desvantagens.

Vários pesquisadores apontam os benefícios do teletrabalho e seu impacto positivo na produtividade, na redução do estresse e na melhoria do desempenho<sup>28</sup>. No entanto, o teletrabalho também carrega potenciais efeitos negativos sobre a saúde mental e o sistema emocional de quem trabalha, como a solidão, a preocupação e a culpa. Além disso, nas famílias com crianças e/ou adultos que carecem de cuidados especiais, mas não contam com serviços de apoio, a conciliação das tarefas domésticas com o trabalho pode se revelar inalcançável, com impactos negativos de longo prazo tanto para o bem-estar das famílias quanto para as carreiras profissionais, sobretudo para as mulheres.

A COVID-19 impulsionou muitas grandes empresas, governos e instituições (como nas finanças e na educação) a operar remotamente, sem escritórios, servindo-se de plataformas como Zoom, Microsoft Teams e Google Meet. Em geral, essa adaptação foi possível em ambientes mais providos de recursos e com características próprias em seus processos de trabalho. Em outros setores, mais desprovidos de infraestrutura e que exigem a presença física para se obter resultados, o trabalho a partir de casa ficou prejudicado pela falta de acesso a tecnologias e a equipamentos básicos (WiFi, computador, banda larga, *smartphones* e outros). O setor hoteleiro, de alimentação, de armazenamento e o de varejo foram levados a se remodelar, inclusive com a criação de novas atividades e negócios.

Essa diversidade teve impacto na renda que, em geral, beneficiou trabalhadores mais qualificados, mais bem credenciados e em condições de uso das modalidades virtuais. As novas dinâmicas do mercado de trabalho mostram que o crescimento em algumas áreas (como o comércio eletrônico) está acontecendo às custas do encolhimento de outras (como o comércio de rua).

Mesmo em profissões de elevada qualificação, tendências de digitalização na prestação de serviços, já em curso há anos, foram aceleradas durante a pandemia com consequências que podem se tornar permanentes. Esse é o caso do ensino a distância, cuja oferta se expande no Brasil há mais de 20 anos e que sofreu um súbito impulso a partir do isolamento social, facilitando, por exemplo, a demissão de mais de 1.600 professores universitários de instituições de ensino privadas na cidade de São Paulo, entre abril e setembro de 2020<sup>29</sup>. Esta tendência, associada às flexibilizações na legislação trabalhista e a mudanças regulatórias na área de educação (como a recente ampliação de 20% para 40% das atividades oferecidas a distância em cursos presenciais, e o estímulo à criação de programas de pós-graduação em formato ensino a distância),<sup>30</sup> indicam um cenário de precarização tanto das condições de trabalho de educadores quanto do ensino.

Quando o tema é renda, a pandemia provocou um aumento enorme das desigualdades, agravando a situação já ruim dos mais pobres, de mulheres e de pessoas negras. O esforço agora é evitar que as pessoas mais frágeis fiquem ainda mais vulneráveis e que o fosso entre os mais e menos educados fique ainda maior.

<sup>28</sup> Para aprofundar leitura sobre trabalho remoto, ver pesquisa de Jonathan I. Dingel e Brent Neiman (2020), do National Bureau of Economic Research. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w26948>

<sup>29</sup> Saiba mais: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/09/02/faculdades-particulares-de-sp-lotam-salas-virtuais-com-ate-180-alunos-e-demitem-mais-de-1600-professores-durante-pandemia.ghtml>

<sup>30</sup> Portaria MEC n. 2.117, de 6 de dezembro de 2019. Saiba mais: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-2.117-de-6-de-dezembro-de-2019-232670913>

Dada essa multiplicidade de variáveis e caminhos que as mudanças tecnológicas podem seguir, é fundamental que a sociedade brasileira seja ouvida para a definição de uma estratégia de adoção e desenvolvimento das novas tecnologias. O país não pode correr o risco de olhar apenas para as (poucas) empresas de ponta e ignorar a necessária evolução das demais. No mercado de trabalho, o mesmo dilema pede resolução com atitudes diferenciadas, seja para o trabalhador altamente qualificado quanto para aquele que corre grande risco de ser deixado nas margens da sociedade, sem emprego e sem oportunidade. Por isso mesmo, o desafio é o de impulsionar as novas tecnologias (pelo seu impacto potencial na produtividade, nos benefícios sociais e na geração de empregos bem remunerados) e, ao mesmo tempo, redobrar os esforços para ajudar milhões de trabalhadores a se reposicionar no mercado de trabalho. É difícil, todos sabemos. Mas é o que se faz necessário para um país que se pretende democrático e que procura elevar seu grau de civilização.

A sociedade brasileira e em especial o governo não podem ficar passivos diante dessas lógicas diferentes que, deixadas à própria sorte, podem reproduzir e aumentar as desigualdades sociais. A pró-atividade é fundamental tanto para separar o emergencial do permanente, quanto para o preparo e o apoio aos que precisam operar um trânsito em suas qualificações e atividades de trabalho.

## Referências

- Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação – Brasscom. (2020). *Relatório Setorial de TIC 2019*. <https://brasscom.org.br/relatorio-setorial-de-tic-2019/>
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Ford, M. (2015). *Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*. Basic Books.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020). *PNAD COVID19*. <https://covid19.ibge.gov.br/pnad-covid/>
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2020). *Economic outlook: Statistics and projections*. [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/data/oecd-economic-outlook-statistics-and-projections\\_eo-data-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/data/oecd-economic-outlook-statistics-and-projections_eo-data-en)
- Prates, I., & Barbosa, R. (2020, julho 03). Covid-19: *Políticas públicas e as respostas da sociedade* (Nota Técnica n. 14). Rede de Pesquisa Solidária. <https://redepesquisasolidaria.org/boletins/>

### Trabalho remoto durante a pandemia de COVID-19: dados do Cetic.br

Em todo o mundo, a pandemia COVID-19 gerou impactos consideráveis sobre o mercado de trabalho, não somente em relação às taxas de ocupação da população, mas também na forma como se relacionam empregadores e empregados. Com a vigência das medidas de distanciamento social, a realização de trabalho remoto apoiado pelo uso das tecnologias digitais apresentou-se como estratégia emergencial para muitos setores da economia, em especial aqueles considerados não essenciais. Ao mesmo tempo, as disparidades no acesso e no uso das TIC tornaram-se mais evidentes em meio à necessidade do isolamento social e refletem que o aproveitamento dos potenciais benefícios dessas tecnologias é menor entre as parcelas mais vulneráveis da população.

A terceira edição do Painel TIC COVID-19<sup>31</sup>, realizado pelo Cetic.br | NIC.br, trouxe dados sobre o uso da Internet no Brasil durante a pandemia do novo coronavírus, mostrando como os/as brasileiros/as usuários/as de Internet têm usado as TIC para trabalhar durante a pandemia.



**38%**

dos usuários de Internet com 16 anos ou mais realizaram trabalho remoto durante a pandemia.



O telefone celular foi o dispositivo de uso mais frequente na realização de atividades de trabalho remoto (41%), seguido pelo *notebook* (40%) e o computador de mesa (19%).



Enquanto o *notebook* foi o mais usado pelos usuários de classes mais altas (52% daqueles das classes AB), com maior escolaridade (56% daqueles com Ensino Superior) e pessoas mais velhas (67% dos com 60 anos ou mais), o telefone celular foi mais utilizado por usuários de Internet de classes mais baixas (84% dos das classes DE), com menor escolaridade (70% dos que possuem até o Ensino Fundamental) e mais jovens (56% dos indivíduos com idades entre 16 e 24 anos).

Diante das limitações associadas ao uso do telefone celular, é fundamental considerar como as disparidades de acesso a dispositivos pela população podem significar um aproveitamento mais restrito de funcionalidades oferecidas pelas TIC.

Quase um terço dos usuários de Internet que trabalharam no período de realização do Painel TIC COVID-19 venderam produtos ou serviços por aplicativos de mensagens (30%) ou por redes sociais (29%). Outros 17% venderam produtos ou serviços por outras plataformas ou aplicativos, enquanto 4% trabalharam como motorista por aplicativo e 4% como entregador por aplicativo.

Entre os usuários que realizaram trabalho por meio de aplicativos, mais da metade (53%) informou que esse era um trabalho para complementar a renda, enquanto cerca de um terço (32%) informou que era o único trabalho realizado durante a pandemia.

<sup>31</sup> Para conhecer todos os indicadores da pesquisa, acesse: <https://cetic.br/pt/pesquisa/tic-covid-19/indicadores/>. A publicação pode ser acessada em: <https://cetic.br/pt/publicacao/painel-tic-covid-19-pesquisa-sobre-o-uso-da-internet-no-brasil-durante-a-pandemia-do-novo-coronavirus-3-edicao/>

## Entrevista II

**Panorama Setorial da Internet (P.S.I)\_ Em sua visão, quais são os principais desafios que a região enfrenta em termos de integração dos países para o desenvolvimento de um mercado digital regional forte?**

**Mario Cimoli (M.C.)\_** Um mercado digital regional pode ser entendido como um espaço econômico harmonizado onde o intercâmbio de bens e serviços por meio digital ou o comércio de bens digitais é realizado sem restrições e em um ambiente de confiança. Um mercado com essas características tem o potencial de promover o comércio transfronteiriço por meio da redução dos custos de transação (tarifários e não tarifários), o acesso a um mercado mais amplo e a geração de economias de escala que facilitam o desenvolvimento de serviços e aplicações no campo digital. Porém, não se trata apenas de remover barreiras transfronteiriças, mas também de coordenar recursos em termos de inovação, empreendedorismo, investimento e desenvolvimento de habilidades.

Nesse sentido, um dos principais desafios na formação de um mercado digital regional diz respeito à definição de regras comuns que facilitem o comércio e gerem confiança nas empresas e nos consumidores, em uma região que conta com mais de 650 milhões de pessoas. É por isso que a equiparação e convergência regulatória devem ser um eixo fundamental de um mercado digital regional. No entanto, essa convergência é complexa devido à estrutura institucional de integração comercial pré-existente. No âmbito regional existem vários acordos comerciais, e todos incluem acordos sobre comércio eletrônico, porém variam no seu escopo e profundidade. Da mesma forma, no nível global existem marcos regulatórios e padrões que são promovidos pelos principais atores da economia digital, liderados por Estados Unidos, China e Europa.

Por isso, é fundamental discutir sobre como avançar na consecução de um mercado digital regional e sobre o papel da América Latina e do Caribe. Em termos concretos, essa ideia já começou a se materializar em diversos esforços desenvolvidos pelos blocos regionais, como a Aliança do Pacífico (AP), o Mercado Comum do Sul (Mercosul), o Mercado Comum Centro-Americano (MCCA) e a Comunidade do Caribe (Caricom). Esse tipo de estratégia tem potencial para gerar um impacto econômico significativo com diversos efeitos diretos e indiretos. Isso pôde ser evidenciado na Europa, onde a formação de um mercado digital único evidenciou um melhor nível de digitalização nos países do bloco. Por exemplo, de acordo com algumas estimativas que fizemos, a configuração de uma estratégia regional de mercado digital na AP pode aumentar o impacto da digitalização em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 9,62 bilhões para US\$ 13,88 bilhões anuais. Portanto, devido aos efeitos exclusivos de um mercado digital regional, em um período de cinco anos, o PIB poderia ser acrescido em mais de US\$ 21,33 bilhões, além dos efeitos de transbordamento (*spillover*) e de cadeia que poderiam ser gerados tanto dentro dos países quanto no próprio bloco.



**Mario Cimoli**  
Secretário  
executivo adjunto  
da Comissão  
Econômica para a  
América Latina e o  
Caribe (Cepal).

"Em uma região como a da América Latina, cuja produtividade relativa está longe de convergir com as economias mais avançadas, é necessário promover a mudança tecnológica para reverter essa tendência."

***P.S.I. Como a transformação digital pode impulsionar o alcance do ODS 8 sobre a promoção do crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho decente para todos?***

**M.C.** As tecnologias digitais demonstraram ser um instrumento central de inovação e, portanto, da capacidade dos agentes econômicos de mudar a forma de produzir, interagir com fornecedores e clientes, vender e agregar valor a produtos e serviços. Dessa forma, essas tecnologias podem afetar variáveis como produtividade e competitividade. O desenvolvimento de empregos de qualidade está intrinsecamente ligado à estrutura produtiva e à participação nas cadeias produtivas de valor. Em uma região como a da América Latina, cuja produtividade relativa está longe de convergir com as economias mais avançadas, é necessário promover a mudança tecnológica para reverter essa tendência.

A pandemia piorou a situação econômica da região. Em 2020, o produto interno da região voltará aos níveis do início da década. Prevê-se também o fechamento de mais de 2,7 milhões de empresas e a perda de mais de 18 milhões de empregos. Da mesma forma, durante a pandemia de COVID-19, testemunhamos como as tecnologias digitais podem ajudar na resiliência das empresas, pois aquelas que conseguiram se adaptar à economia digital têm conseguido enfrentar melhor as medidas de distanciamento social. Por isso, a digitalização também se acelerou em toda a estrutura produtiva. Uma análise realizada pela Cepal mostra que os sites de negócios em países como Colômbia e México se multiplicaram oito vezes, enquanto no Brasil e no Chile, o fizeram quatro vezes.

Por outro lado, também é importante destacar que a transformação digital não é um processo que obedece simplesmente à oferta e demanda de serviços, mas está estreitamente relacionada a fatores como o ambiente em que as empresas operam, o quadro facilitador e a capacidade de adoção e uso das tecnologias; todas áreas onde a política desempenha um papel fundamental. É por isso que, para cumprir a Agenda 2030 e alcançar os ODS, especificamente o ODS 8, as estratégias nacionais de desenvolvimento devem considerar estrategicamente uma agenda digital. Em estudos recentes, observamos que existem várias características institucionais e de desenho que ainda podem ser melhoradas em torno das agendas digitais, como a coordenação entre as instituições, a medição e os recursos que esses instrumentos recebem.

***P.S.I. Qual a importância (e a dificuldade) de coletar dados sobre os impactos no emprego decorrentes das transformações digitais, sobretudo, considerando o avanço da Inteligência Artificial, do 5G e da Internet das Coisas (IoT)?***

**M.C.** Um dos principais desafios da formulação de políticas é ter dados e indicadores de qualidade que possibilitem embasar essas decisões com evidências. Especificamente em relação à adoção de tecnologias emergentes, como o 5G, a IoT ou a Inteligência Artificial, não temos informações oficiais e recentes sobre o grau de adoção dessas tecnologias nas estruturas produtivas e nas empresas. Esse é sem dúvida um dos grandes desafios que temos de enfrentar para melhor quantificar os processos de mudança tecnológica e o seu impacto na produtividade e no emprego, bem como entender quais são as necessidades

do ponto de vista das políticas públicas para apoiar esse processo.

Entre os desafios enfrentados na medição da economia digital e das novas tecnologias estão vários aspectos metodológicos, visto que, em muitos casos, ainda não existem definições internacionais de termos e conceitos. Por outro lado, a economia digital é invisível em termos econômicos porque muitas atividades não são monetizadas ou passam despercebidas pelas métricas tradicionais. Da mesma forma, as classificações industriais sobre setores e serviços estão desatualizadas e não permitem estimar novos modelos de negócios. Ao mesmo tempo, existem desafios em matéria de recursos e padrões estatísticos.

Especificamente em relação ao impacto da tecnologia sobre o emprego, a Cepal estimou, para 12 países, que o risco de eliminação do emprego devido à automação é em média 24%, onde os países com maior proporção de trabalhadores em setores de baixa produtividade são os que possuem menor probabilidade de risco de substituição tecnológica. Dessa forma, países como El Salvador, Honduras e o Estado Plurinacional da Bolívia têm proporções inferiores a 18% de trabalhadores em ocupações com risco de serem automatizadas, e países como Uruguai, Chile e Argentina têm em média 36% de trabalhadores com esse risco<sup>33</sup>. Embora o número exato da provável porcentagem de empregos que podem ser automatizados seja resultado de debate – por questões metodológicas –, é certo que estamos diante de uma mudança nos padrões de consumo e produção e, portanto, nas formas e modalidades de trabalho. Esse aspecto deve ser considerado pelos tomadores de decisão para reduzir os efeitos negativos dessa mudança. Tanto o setor público como o privado devem trabalhar juntos para desenhar estratégias que reduzam as assimetrias de informação no mercado de trabalho, desenvolvam novas competências e, por sua vez, garantam o cumprimento dos direitos trabalhistas na nova economia.

***P.S.I. Durante a pandemia COVID-19, a aceleração da presença de negócios on-line e o crescimento das plataformas digitais alimentaram o comércio eletrônico. Você acha que esse fenômeno vai continuar no médio e longo prazo?***

**M.C.** O comércio eletrônico definitivamente se acelerou durante a pandemia. Existem diferentes fontes sobre essa tendência e, apesar de os dados oficiais serem escassos, podemos concluir com suficiente certeza que isso é um fato. Precisamente, os dados fornecidos por plataformas como Mercado Livre<sup>34</sup> explicam o aumento do número de pedidos de compra e de novos compradores. Em alguns países esse número duplicou nos primeiros meses da pandemia. O que ainda não é tão claro, porém, são as diferentes nuances que existem dentro deste fenômeno, como as diferenças entre o comércio eletrônico nacional e o transfronteiriço.

Sem dúvida, esse fenômeno continuará devido aos baixos níveis de penetração do comércio eletrônico na região em comparação com regiões como Ásia e América do Norte. O espaço para crescer é grande. O ímpeto da pandemia também serviu para quebrar as barreiras culturais e a desconfiança que existia em relação a esses meios de compra. Da mesma forma, há vários esforços feitos pelos governos durante a pandemia que promoveram essa mudança por

"Tanto o setor público como o privado devem trabalhar juntos para desenhar estratégias que reduzam as assimetrias de informação no mercado de trabalho, desenvolvam novas competências e, por sua vez, garantam o cumprimento dos direitos trabalhistas na nova economia."

<sup>33</sup> Saiba mais: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44637-cambio-tecnologico-empleo-perspectiva-latinoamericana-riesgos-la-sustitucion>

<sup>34</sup> Saiba mais: [https://www.linkedin.com/posts/mercadolibre\\_informe-e-commerce-activity-6666308882509385729-0Bqg/](https://www.linkedin.com/posts/mercadolibre_informe-e-commerce-activity-6666308882509385729-0Bqg/)

meio do desenvolvimento de capacidades, do financiamento para empresas, do desenvolvimento de soluções tecnológicas e da definição de regulamentos facilitadores. Essas condições continuarão a impulsionar o comércio eletrônico no médio e longo prazo.

Por outro lado, também é verdade que existem certos impactos negativos e riscos que devem ser considerados. Um deles é o cibercrime, que aumentou na proporção que cresceu a atividade *on-line*, como mostram várias pesquisas e estudos realizados recentemente. De acordo com vários aspectos que dizem respeito ao desenho institucional, legal, organizacional e de capacidade de combate ao cibercrime, a região continua apresentando sinais de fragilidade. Portanto, fortalecer as estratégias de segurança cibernética em nível nacional deve ser uma prioridade. Por outro lado, a proteção de dados também deve ser objeto de atenção, uma vez que os consumidores fornecem as suas informações pessoais *on-line*, as salvaguardas para assegurar a correta utilização dessas informações devem ser claras. Esses aspectos são centrais para continuar a manter a confiança no comércio eletrônico e para que este ajude a manter o nível de atividade das empresas, a aumentá-lo e a entrar em novos mercados. Por fim, um aspecto que também deve ser observado é a defesa do consumidor e da concorrência. As plataformas digitais, sem dúvida, têm desempenhado um papel central na expansão do comércio eletrônico, facilitando o acesso à tecnologia e aos mercados, mas também têm aumentado o seu poder de mercado, o que deve chamar a atenção das entidades reguladoras, de forma a evitar comportamentos abusivos e não limitar a possibilidade de desenvolvimento de novos negócios e atividades econômicas que permitam a geração de mais e melhores empregos.

## Relatório de Domínios

### A dinâmica dos registros de domínios no Brasil e no mundo

O Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) monitora mensalmente o número de nomes de domínios de topo de código de país (do inglês, *country code Top-Level Domain* – ccTLD) registrados entre os países do G20<sup>35</sup>. Somados, eles ultrapassam 77,5 milhões de registros. Em novembro de 2020, os domínios registrados sob .de (Alemanha) chegaram a 16,68 milhões. Em seguida, aparecem China (.cn), Reino Unido (.uk) e Rússia (.ru), com, respectivamente, 14,50 milhões, 9,51 milhões e 4,99 milhões de registros. O Brasil teve 4,51 milhões de registros sob .br, ocupando a quinta posição na lista, como mostra a Tabela 1.<sup>36</sup>

---

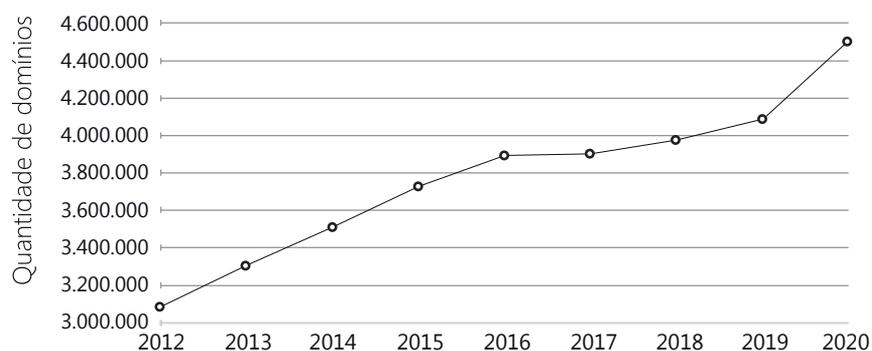
<sup>35</sup> Grupo composto pelas 19 maiores economias mundiais e a União Europeia. Saiba mais: <https://g20.org/en/Pages/home.aspx>

<sup>36</sup> A tabela apresenta a contagem de domínios ccTLDs segundo as fontes indicadas. Os valores correspondem ao registro publicado por cada país do G20. Para países que não apresentam ou publicam uma estatística oficial fornecida pela autoridade de registro de nomes de domínios, a contagem foi obtida em: <https://research.domaintools.com/statistics/tld-counts>. É importante destacar que há variação no período de referência, embora seja sempre o mais atualizado para cada localidade. A análise comparativa de desempenho de nomes de domínios deve considerar ainda os diferentes modelos de gestão de registros ccTLDs. Assim, ao observar o *ranking*, é preciso atentar para a diversidade de modelos de negócios existentes.

**Tabela 1 – REGISTROS DE NOMES DE DOMÍNIOS ENTRE OS PAÍSES DO G20 – NOVEMBRO/2020**

Posição	Países G20	Domínios	Período de Referência	Fonte
1	Alemanha (.de)	16.683.008	30/11/2020	denic.de
2	China (.cn)	14.498.293	30/11/2020	research.domaintools.com/statistics/tld-counts/
3	Reino Unido (.uk)	9.515.453	01/10/2020	nominet.uk/news/reports-statistics/uk-register-statistics-2020/
4	Rússia (.ru)	4.988.631	30/11/2020	ccTld.ru
<b>5</b>	<b>Brasil (.br)</b>	<b>4.507.512</b>	<b>30/11/2020</b>	<b>registro.br/dominio/estatisticas/</b>
6	França (.fr)	3.649.466	29/11/2020	afnic.fr/en/resources/statistics/detailed-data-on-domain-names/
7	União Européia (.eu)	3.575.398	30/11/2020	research.domaintools.com/statistics/tld-counts/
8	Itália (.it)	3.366.201	30/11/2020	nic.it
9	Austrália (.au)	3.234.359	30/11/2020	auda.org.au/
10	Canadá (.ca)	2.999.446	30/11/2020	cira.ca
11	Índia (.in)	2.300.000	-	registry.in/
12	Estados Unidos da América (.us)	1.659.478	30/11/2020	research.domaintools.com/statistics/tld-counts/
13	Japão (.jp)	1.610.484	01/11/2020	jprs.co.jp/en/stat/
14	África do Sul (.za)	1.264.123	30/11/2020	zadna.org.za
15	Coréia do Sul (.kr)	1.092.695	01/10/2020	krnic.or.kr/jsp/eng/domain/kr/statistics.jsp
16	México (.mx)	926.067	30/11/2020	research.domaintools.com/statistics/tld-counts/
17	Argentina (.ar)	658.565	01/10/2020	nic.ar/es/dominios/estadisticas
18	Indonésia (.id)	483.640	30/11/2020	pandi.id/?lang=en
19	Turquia (.tr)	428.986	29/11/2020	nic.tr/index.php?USRACNTN=STATISTICS
20	Arábia Saudita (.sa)	71.748	30/11/2020	nic.sa/en/view/statistics

O Gráfico 1 apresenta o desempenho do .br desde o ano de 2012.

**Gráfico 1 – TOTAL DE REGISTROS DE DOMÍNIOS AO ANO DO .BR – 2012 a 2020\***

\*Dado referente ao mês de novembro de 2020.

Fonte: Registro.br

Em novembro de 2020, os cinco principais domínios genéricos (do inglês, *generic Top-Level Domain – gTLD*) totalizaram mais de 182,5 milhões de registros. Com 150,43 milhões de registros, destaca-se o .com, conforme apontado na Tabela 2.

**Tabela 2 - PRINCIPAIS GTLDS - NOVEMBRO/2020**

Posição	gTLD	Domínios
1	.com	150.434.521
2	.net	13.284.684
3	.org	10.276.997
4	.icu	4.474.455
5	.info	4.154.659

Fonte: DomainTools.com.  
Recuperado de:  
research.domaintools.com/statistics/tld-counts

# VOCÊ SABE COMO AS EMPRESAS BRASILEIRAS ESTÃO ADOTANDO AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS?

## CONHEÇA ALGUNS INDICADORES DA PESQUISA TIC EMPRESAS 2019.<sup>37</sup>

A robótica, que pode envolver Inteligência Artificial, é uma das tecnologias que mais promete revolucionar os processos produtivos. Alimentada pelos dados criados ao longo de toda a cadeia de produção, é capaz de ter um alto nível de autonomia e precisão.

**NO BRASIL, DO TOTAL DE EMPRESAS QUE USARAM COMPUTADORES:**

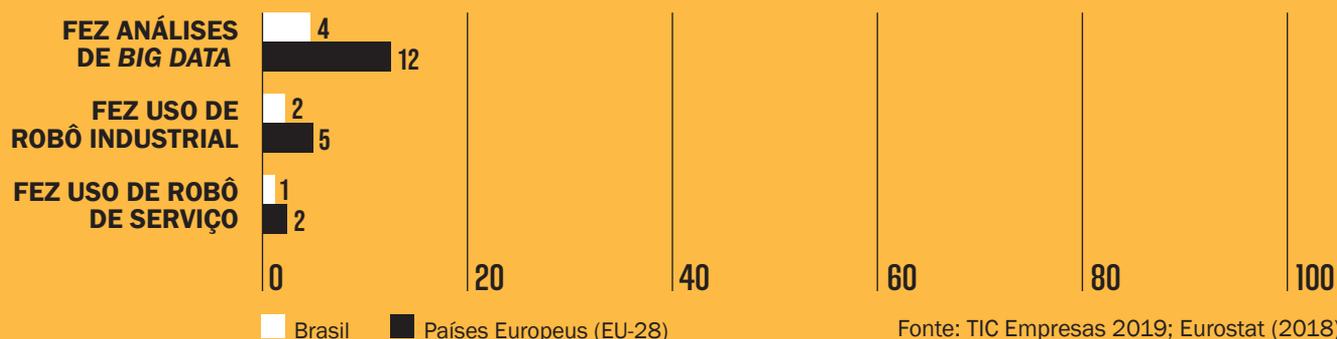


## E COMO É O CENÁRIO FORA DO BRASIL?

Apesar de o uso de robôs industriais ser baixo entre as empresas brasileiras, o uso dessa tecnologia ainda é incipiente também no bloco europeu, quando analisados os dados do Eurostat<sup>38</sup>. Além disso, o baixo uso dos robôs de serviço também foi identificado pelo Eurostat, presente em apenas 2% das empresas da União Europeia que usaram computador. O uso de análise de *Big Data* mostra-se mais presente, sendo reportado por 12% das empresas da União Europeia (Gráfico 1).

**Gráfico 1 - EMPRESAS, POR USO DE NOVAS TECNOLOGIAS – BRASIL (2019) E PAÍSES EUROPEUS (2018)<sup>39</sup>**

Total sobre o número de empresas que usam computador (%)



<sup>37</sup> Dados da pesquisa TIC Empresas 2019, do Cetic.br | NIC.br. Saiba mais: <https://cetic.br/pt/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-empresas-brasileiras-tic-empresas-2019/>

<sup>38</sup> Instituto de Estatísticas da Comissão Europeia – Eurostat (2018). *Community survey on ICT usage and e-commerce in enterprises*. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

<sup>39</sup> O EU-28 é a abreviação da União Europeia (em inglês), que consiste em um grupo de 28 países que funciona como um bloco econômico e político.

# /Créditos

## REDAÇÃO

### ARTIGO I

David Autor, David A. Mindell  
e Elisabeth B. Reynolds  
(MIT Work of the Future)

### ARTIGO II

Glauco Arbix e  
Alvaro A. Comin  
(Center for Artificial  
Intelligence USP-IBM-Fapesp)

### RELATÓRIO DE DOMÍNIOS

José Márcio Martins Júnior  
(Cetic.br | NIC.br)

## INFOGRAFIA E DIAGRAMAÇÃO

Giuliano Galves,  
Klezer Uehara e  
Maricy Rabelo  
(Comunicação | NIC.br)

## TRADUÇÃO

### ARTIGO I

Letralia

### ENTREVISTA I

Letralia

### ENTREVISTA II

Stefania L. Cantoni  
(Cetic.br | NIC.br)

## EDIÇÃO DE TEXTO EM PORTUGUÊS

Aloisio Milani

## COORDENAÇÃO EDITORIAL

Alexandre Barbosa,  
Tatiana Jereissati e  
Stefania L. Cantoni  
(Cetic.br | NIC.br)

## AGRADECIMENTOS

David Autor  
(MIT Work of the Future)

David A. Mindell  
(MIT Work of the Future)

Elisabeth B. Reynolds  
(MIT Work of the Future)

Glauco Arbix  
(Center for Artificial Intelligence  
USP-IBM-Fapesp)

Alvaro A. Comin  
(Center for Artificial Intelligence  
USP-IBM-Fapesp)

Aiha Nguyen  
(Data & Society)

Mario Cimoli  
(Comissão Econômica para a  
América Latina e o Caribe – Cepal)

Jorge Alejandro Patiño  
(Comissão Econômica para a  
América Latina e o Caribe – Cepal)



Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura

cetic.br

Centro Regional de Estudos  
para o Desenvolvimento da  
Sociedade da Informação  
sob os auspícios da UNESCO

nic.br

Núcleo de Informação  
e Coordenação do  
Ponto BR

25 anos  
egi.br

Comitê Gestor da  
Internet no Brasil

CREATIVE COMMONS

Atribuição  
Uso Não Comercial  
Não a Obras Derivadas  
(by-nc-nd)





# POR UMA INTERNET CADA VEZ MELHOR NO BRASIL

CGI.BR, MODELO DE GOVERNANÇA MULTISSETORIAL

[www.cgi.br](http://www.cgi.br)

[nic.br](http://nic.br) [cgi.br](http://cgi.br)