

## NA ERA DAS MÁQUINAS, O EMPREGO É DE QUEM? ESTIMAÇÃO DA PROBABILIDADE DE AUTOMAÇÃO DE OCUPAÇÕES NO BRASIL

**Pedro Henrique Melo Albuquerque**

Pesquisador na Assessoria Técnica da Presidência (Astec) do Ipea; e professor adjunto no Departamento de Administração da Universidade de Brasília (UnB). *E-mail:* <pedro.albuquerque@ipea.gov.br>.

**Cayan Atreio Portela Bárcena Saavedra**

Pesquisador na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail:* <cayan.saavedra@ipea.gov.br>.

**Rafael Lima de Morais**

Pesquisador na Diset/Ipea. *E-mail:* <rafael.morais@ipea.gov.br>.

**Patrick Franco Alves**

Pesquisador na Diset/Ipea. *E-mail:* <patrick.alves@ipea.gov.br>.

**Peng Yaohao**

Pesquisador na Astec/Ipea. *E-mail:* <peng.yaohao@ipea.gov.br>.

Este *Texto para Discussão* buscou analisar as tendências de automação de postos de emprego no Brasil, à luz do crescente desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial e aprendizado de máquinas. Utilizando dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), o estudo estimou a probabilidade de que máquinas e autômatos substituam trabalhadores humanos para todos os empregos classificados na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Os postos foram estratificados em cinco zonas de trabalho (*job zones*), com base nas suas exigências de qualificação técnica do trabalhador, e foram feitas previsões da demanda por trabalhadores de cada emprego para os próximos anos. Os resultados são de relevância para formuladores de políticas públicas, na medida em que permitem identificar potenciais nichos de desemprego, conseqüentemente permitindo traçar prioridades de ação direcionadas especificamente para profissões de grande risco de automação, assim como potencializar investimentos em tarefas de difícil automação e com tendência de expansão na demanda por trabalhadores.

Os avanços recentes na robótica e na inteligência artificial têm efetivamente substituído trabalhadores humanos por robôs, fato constatado por estudos científicos e executado por empreendimentos empresariais mundo afora. Mais que uma ideia ou uma tendência, a automação de tarefas já constitui um grande desafio

social para os próximos anos, haja vista a grande massa de trabalhadores atualmente alocada em empregos de grande probabilidade de automação num futuro próximo. As implicações da automação de tarefas não se limitam apenas ao receio dos trabalhadores de hoje, mas reverberam numa potencial transformação radical na estrutura do mercado de trabalho, tornando-se um tema de pesquisa bastante estudado e discutido na literatura científica recente. Porém, não foram identificados trabalhos que abordam especificamente a propensão à automação de ocupações no mercado brasileiro, fato que motiva este estudo.

Na posição de quinto maior país do mundo em termos de extensão territorial e população absoluta, além de maior economia da América Latina, o Brasil é um país relevante no cenário geopolítico mundial, que possui mais de 45 milhões de trabalhadores empregados. Diante dessa magnitude, é pertinente analisar como as tendências de automação de tarefas podem influenciar as dinâmicas do mercado de trabalho brasileiro, em especial considerando o recente cenário de recessão econômica e a consolidação de técnicas de inteligência artificial não apenas no âmbito acadêmico mas também no profissional e no corporativo.

O estudo de Dvorkin (2016) analisou a recente mudança de paradigma no mercado de trabalho dos Estados Unidos, segmentando os tipos de trabalhos em quatro

categorias: *i)* manual rotineiro; *ii)* manual não rotineiro; *iii)* cognitivo rotineiro; e *iv)* cognitivo não rotineiro. O autor apresenta que o número de empregos rotineiros manuais e rotineiros cognitivos tem apresentado taxas de crescimento inferiores a empregos cognitivos e não rotineiros, e aponta os crescentes níveis de automação de tarefas como uma possível causa desse fenômeno nos últimos anos. Essa diferença entre os quatro tipos de empregos pode acentuar, num futuro próximo, os problemas sociais de desigualdade de renda e desemprego no Brasil, caso nenhuma política pública seja tomada no intuito de coibir os efeitos nocivos advindos dessa transformação tecnológica.

Concomitantemente, o estudo de Frey e Osborne (2017), uma das referências atuais dessa linha de pesquisa, postula que todas as ocupações, em vez de tarefas únicas, são automatizadas por avanços tecnológicos. Os autores vão além, estimando que cerca de 47% de todos os empregos nos Estados Unidos podem estar em risco de serem automatizados em um futuro próximo. Esse cenário mais pessimista em relação a níveis potencialmente alarmantes de desemprego foi também constatado em estudos recentes para outros países, como em Bowles (2014), Arntz, Gregory e Zierahn (2016) e Ramaswamy (2018), o que ratifica ainda mais a relevância da discussão desse tema no âmbito de tomada de decisão governamental.

Assim, este trabalho replicou a metodologia de Frey e Osborne (2017) para a estimação da probabilidade de automação dos empregos brasileiros listados na CBO, os quais foram atribuídos a cinco zonas de trabalho de acordo com a exigência de qualificação técnica, conforme classificação do Departamento de Trabalho dos Estados Unidos.<sup>1</sup> Também foi medido o efeito da crise econômica brasileira de 2015 a 2018 no número de postos de trabalho para as cinco zonas definidas pelo sistema de classificação da Occupational Information Network (O\*NET).

Para a estimação da probabilidade de automação para cada ocupação listada na CBO, procedeu-se com a consulta a acadêmicos e pesquisadores especialistas na área de inteligência artificial e aprendizado de

máquina e com formação acadêmica mínima de doutorado, selecionados com base em informações disponíveis na plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Dessa forma, solicitamos a opinião especializada de 69 profissionais atuantes em projetos correlatos com a automação de tarefas, para que fornecessem uma estimativa inicial da probabilidade de as ocupações brasileiras serem automatizadas. Após esse procedimento, as descrições de cada ocupação da CBO foram separadas em variáveis de texto, de maneira que foi realizada uma análise de componentes principais a fim de reduzir a dimensionalidade das características observadas a um nível de 70% de variância total explicada. Finalmente, a probabilidade estimada de automação para cada ocupação foi obtida mediante um modelo de processo gaussiano.

Os resultados indicaram que, em média, 54,45% dos empregos correm risco elevado ou muito elevado de automação até 2046, um valor consistente com estudos similares que analisaram demais países da Europa, América do Norte e América Latina. Ademais, o estudo constatou que a taxa de crescimento dos empregos que exigem menor qualificação técnica continua maior que as taxas observadas para as outras zonas de trabalho, além de discutir possíveis causas para esse fenômeno no Brasil. A demanda por trabalhadores prevista para cada ocupação até 2046 foi estimada mediante a aplicação de um modelo autorregressivo integrado de médias móveis (*autoregressive integrated moving average* – ARIMA) para as séries temporais de cada CBO entre 1986 e 2016.

Os resultados apontam que, em um cenário em que profissões com alta chance de automação passem a ser de fato exercidas por autômatos, aproximadamente 30 milhões de empregos estariam em risco até 2026 no Brasil. Nesse sentido, um desafio de política pública com o qual se depara o governo brasileiro consiste em prover treinamento suficiente aos trabalhadores (em especial os com menor nível relativo de qualificação técnica), para que atuem em outros ramos de atividades cujo nível de automação seja menor.

Ademais, este estudo identificou a existência de subtarefas que podem influenciar o valor estimado para a probabilidade de automação de uma determinada ocupação, o que implica uma automação parcial de

---

1. Disponível em: <[https://www.onetonline.org/find/zone/All\\_Job\\_Zones.csv](https://www.onetonline.org/find/zone/All_Job_Zones.csv)>.

ocupações compostas por habilidades pouco e muito passíveis de robotização, com trabalhadores dotados prioritariamente de competências de difícil automatização por máquinas menos vulneráveis ao desemprego futuro.

## REFERÊNCIAS

ARNTZ, M.; GREGORY, T.; ZIERAHN, U. **The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis**. Paris: OECD Publishing, 2016. (OECD Social, Employment, and Migration Working Papers, n. 189).

BOWLES, J. The computerisation of European jobs. **Bruegel**, Brussels, 2014. Disponível em: <<http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs>>.

DVORKIN, M. Jobs involving routine tasks aren't growing. **On the Economy Blog**, 4 Jan. 2016.

FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? **Technological Forecasting and Social Change**, n. 114, p. 254-280, 2017.

RAMASWAMY, K. V. **Technological change, automation and employment**: a short review of theory and evidence. Mumbai: Indira Gandhi Institute of Development Research, 2018. (Working Paper, n. 2018-02).

SUMÁRIO EXECUTIVO