

# PROPENSÃO À AUTOMAÇÃO DAS TAREFAS OCUPACIONAIS NO BRASIL

Luis Claudio Kubota<sup>1</sup>

Aguinaldo Nogueira Maciente<sup>2</sup>

## SINOPSE

Este artigo expõe o difícil debate sobre a automação e a extinção de postos de trabalho no futuro próximo. Utilizando uma metodologia inovadora, a pesquisa ordenou as ocupações do mercado de trabalho brasileiro no que concerne ao potencial de automação, além de quantificar e classificar os empregos formais no Brasil em termos de risco de automação. O artigo também reconstruiu a evolução histórica da composição do emprego formal entre 2003 e 2017, segundo quartis de potencial de automação da ocupação, vislumbrando identificar o risco geral de automação no mercado de trabalho formal do país.

**Palavras-chave:** automação; emprego; tarefas ocupacionais; *machine learning*; tecnologias.

## 1 INTRODUÇÃO

Novas tecnologias digitais – como a inteligência artificial, a computação em nuvem e a internet das coisas – têm o potencial de alterar profundamente a produção, a distribuição e a comercialização de produtos e serviços. Isso criará novas oportunidades de negócios, emprego e renda, mas trará, também, o risco de eliminação ou transformação de muitos postos de trabalho.

O Brasil experimenta, desde 2014, uma retração do nível de emprego, e sua retomada depende não apenas da superação de problemas da conjuntura econômica, como também do impacto estrutural dessas tecnologias sobre o mercado de trabalho.

Utilizando uma metodologia inovadora, a pesquisa em andamento procurou ordenar as ocupações no que concerne ao potencial de automação, além de quantificar e classificar os empregos formais no Brasil em termos de risco de automação. Este trabalho também reconstruiu a evolução histórica da composição do emprego formal entre 2003 e 2017, segundo quartis de potencial de automação da ocupação, vislumbrando identificar o risco geral de automação no mercado de trabalho formal do país.

Um dos estudos pioneiros sobre os impactos da automação no emprego foi desenvolvido por Frey e Osborne (2013). Por meio de consulta a especialistas de *machine learning*, foram classificadas subjetivamente setenta ocupações: receberam valor 1 ocupações cuja totalidade das tarefas era considerada automatizável, e 0, caso contrário. Os autores estimaram que 47% dos empregos dos Estados Unidos seriam suscetíveis à automação.

Outro estudo – da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – estimou valores mais modestos: na média de 21 países da OCDE, 9% dos empregos seriam automatizáveis (Arntz, Gregory e Zierahn, 2016). Um estudo mais recente da própria OCDE estimou que 14% dos empregos de países

---

1. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail:* <luis.kubota@ipea.gov.br>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea. *E-mail:* <aguinaldo.maciente@ipea.gov.br>.

participantes do Estudo de Competências de Adultos (PIAAC) apresentam uma probabilidade de automação superior a 70% (Nedelkoska e Quintini, 2018).

A firma de consultoria McKinsey utilizou um algoritmo de *machine learning* para classificar mais de 2 mil atividades em dezoito capacidades. Os resultados indicam que o potencial de automação de atividades nos Estados Unidos é de 46% (McKinsey Global Institute, 2017).

Albuquerque *et al.* (2019) desenvolveram uma estimativa de perda potencial de empregos no Brasil, a partir da metodologia de Frey e Osborne (2013). Os autores consultaram a opinião de 69 especialistas em *machine learning*. Os resultados indicam que 54,5% dos 45,9 milhões de trabalhadores formais enfrentam risco alto ou muito alto de automação.

## 2 METODOLOGIA

As principais fontes de informação utilizadas neste estudo foram a Occupational Information Network (O\*NET), desenvolvida sob o patrocínio do Departamento de Trabalho dos Estados Unidos, e a Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério da Economia (ME).<sup>3</sup>

O estudo utilizou uma abordagem inovadora para classificar as ocupações com maior risco de automação, ao considerar a importância (dada pela frequência) e a relevância das tarefas desempenhadas em cada ocupação.

Uma abordagem baseada nas tarefas considera a informação mais desagregada disponível para cada ocupação, possibilitando a análise detalhada de tarefas descritas na base de dados da O\*NET, e a construção de um dicionário de palavras-chave. Às palavras-chave foi atribuído o valor -1, no caso de ações consideradas não automatizáveis, ou 1, no caso contrário.

Cada uma das mais de 19 mil tarefas foi classificada de acordo com esse dicionário. Para cada tarefa foi calculado um somatório, com base nas palavras-chave não associadas à automação, ou aquelas associadas à automação. Sempre que o somatório fosse menor ou igual a zero, a tarefa seria classificada como não automatizável, assumindo valor 0 em uma variável *dummy*. Caso contrário, a tarefa seria classificada como automatizável, assumindo valor 1. Essa variável *dummy* foi multiplicada pela importância (escala de 1 a 5) e pela relevância (escala de 0 a 100) da tarefa, conforme a base de dados O\*NET. O resultado foi um escore variando de 0 a 500 para cada tarefa.

Finalmente, para cada ocupação, a soma dos escores multiplicados pela *dummy* de automação foi dividida pela soma dos escores sem multiplicação pela *dummy*. Isso gera um valor entre 0 e 1, indicando o percentual das tarefas automatizáveis de cada ocupação, já ponderado pela importância e pela relevância de cada tarefa.

A construção do dicionário de palavras-chave teve como referência a classificação de Spitz-Oener (2006) para automação de tarefas. Estas são classificadas como: *i*) analíticas não rotineiras; *ii*) interativas não rotineiras; *iii*) cognitivas rotineiras; *iv*) manuais rotineiras; e *v*) manuais não rotineiras.

A título de exemplo: no presente estudo, considerou-se que atividades gerenciais, como supervisão e coordenação, são tipicamente interativas não rotineiras e, por isso, ainda não sujeitas à automação, enquanto operar e controlar máquinas foram consideradas como tarefas rotineiras, bem como aquelas que envolvem cálculo e manutenção de informações. Essas tarefas foram classificadas como tipicamente sujeitas à automação.

3. A Rais compreende apenas o emprego formal do país, isto é, empregados com carteira assinada ou estatutários, dos quais apenas o emprego civil foi considerado neste trabalho.

Os autores consideraram tecnologias já consolidadas e passíveis de implantação do ponto de vista regulatório num prazo de cinco anos. No longo prazo, a maioria das tarefas é sujeita à automação. Vale ressaltar que são avaliadas apenas as ocupações atuais, desconsiderando-se ocupações que serão criadas pela evolução tecnológica. De modo análogo, não se considerou o possível redesenho de tarefas ou as tendências de mercado (crescimento das ocupações relacionadas à energia solar, por exemplo), tendo em vista que nesse caso não seria possível isolar os efeitos da automação. O exercício considerou a versão 23.2 da base de dados da O\*NET.

### 3 RESULTADOS

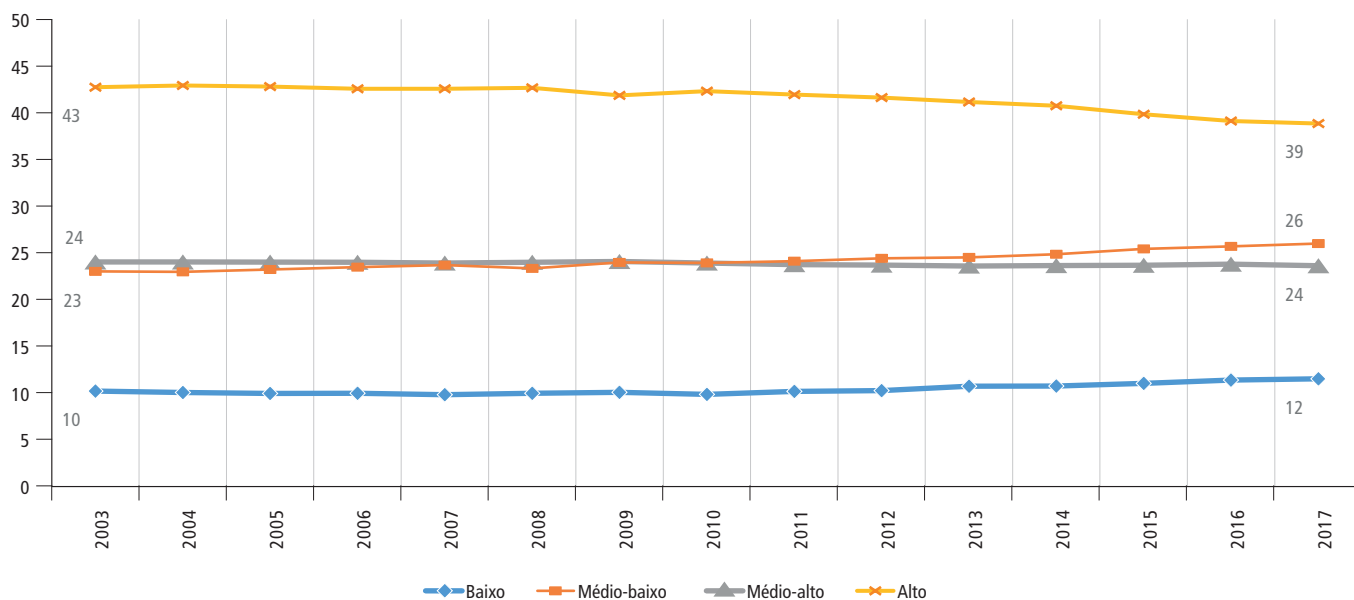
Os resultados mostram que o emprego no Brasil é ainda dominado por ocupações com percentual alto ou médio-alto de tarefas automatizáveis nos próximos anos (56,6% do emprego civil formal em 2017). No entanto, o gráfico 1 mostra uma lenta queda da participação de ocupações classificadas como de alto percentual de tarefas automatizáveis, com o correspondente crescimento da participação das ocupações classificadas como de baixo e médio-baixo conteúdo automatizável.

A categorização das ocupações levou em consideração a propensão de automação estimada de cada tarefa e também sua frequência e relevância para o exercício da ocupação. Apesar das diferenças metodológicas, a estimativa de 56,6% do emprego civil formal em 2017 nos dois quartis de maior potencial de automatização é similar ao valor de 54,5% encontrado por Albuquerque *et al.* (2019). Estes autores utilizaram uma média simples do potencial de automação das tarefas ocupacionais descritas na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) de 2002, enquanto o presente estudo utiliza uma média ponderada das tarefas ocupacionais descritas nas ocupações norte-americanas correspondentes a cada CBO.

#### GRÁFICO 1

Composição do emprego formal, segundo quartis de potencial de automação da ocupação (2003-2017)

(Em %)



Fontes: Rais/ME e O\*NET.  
Elaboração dos autores.

Outros elementos indicam uma lenta transição para empregos com menor percentual de tarefas automatizáveis no período 2003-2017 (tabela 1). Entre as ocupações que apresentaram baixo crescimento do emprego no

período, há um predomínio de ocupações cujo percentual de tarefas sujeitas à automação foi estimado como alto ou médio-alto (tais como caixas de banco, telefonistas, digitadores e estivadores).

Inversamente, entre as ocupações que experimentaram alto crescimento, há uma participação relativamente elevada de ocupações com percentual baixo ou médio-baixo de tarefas automatizáveis (gerentes administrativos e administradores, agentes comunitários de saúde, professores da educação infantil e superior, analistas de desenvolvimento de sistemas, contadores e supervisores de vendas comerciais).

Apesar disso, cerca de 35% do emprego formal brasileiro em 2017 ainda era representado por ocupações com percentual alto ou médio-alto de tarefas automatizáveis e que apresentaram, simultaneamente, crescimento alto ou médio-alto do emprego no período. Assim, um aumento da difusão tecnológica nos próximos anos pode impactar negativamente não apenas ocupações que já vêm perdendo algum espaço no mercado de trabalho brasileiro por conta da incorporação passada de tecnologia, mas também ocupações que foram importantes para a geração de emprego nos últimos quinze anos.

**TABELA 1**

Emprego por quartis de crescimento e de potencial de automação de tarefas  
(Em % do emprego formal em 2017)

| Crescimento (2003-2017) | Potencial de automação de tarefas |             |             |             | Total        |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|                         | Baixo                             | Médio-baixo | Médio-alto  | Alto        |              |
| Baixo                   | 0,7                               | 1,3         | 1,4         | 1,9         | <b>5,3</b>   |
| Médio-baixo             | 4,1                               | 3,1         | 4,6         | 13,4        | <b>25,2</b>  |
| Médio-alto              | 7,0                               | 11,5        | 13,6        | 11,2        | <b>43,4</b>  |
| Alto                    | 7,3                               | 8,4         | 3,3         | 7,2         | <b>26,1</b>  |
| <b>Total</b>            | <b>19,1</b>                       | <b>24,3</b> | <b>22,9</b> | <b>33,7</b> | <b>100,0</b> |

Fontes: Rais/ME e O\*NET.  
Elaboração dos autores.

Do ponto de vista regional, ocupações com tarefas mais automatizáveis estão menos concentradas em regiões metropolitanas (apenas 36% das tarefas são, em média, automatizáveis no emprego formal nesses municípios). Cidades menores ou mais isoladas economicamente concentram tarefas mais automatizáveis, sobretudo aquelas que envolvem operação de veículos (44% de tarefas automatizáveis).

Do ponto de vista setorial, as atividades com empregos mais vulneráveis à automação se concentram na indústria têxtil e de vestuário, na indústria alimentícia, na agropecuária, na indústria da madeira, na fabricação de móveis e na metalurgia. No setor de serviços, destacam-se atividades de contabilidade, consultoria e auditoria contábil; serviços de limpeza; obras de acabamento; atividades paisagísticas; e armazenamento, carga e descarga.

Com relação às ocupações, aquelas com maior percentual de tarefas classificadas como automatizáveis são relacionadas com a operação de veículos e máquinas do setor de mineração (operador de *shuttle car*, destroçador de pedra, operador de equipamentos de preparação de areia), metalurgia (moldador e macheiro, à mão e à máquina), instalações (instalador de materiais isolantes e acústicos, revestidor de interiores), transportes (operador de empilhadeira e caminhão), construção (armador de estrutura de concreto, montador e preparador de estruturas metálicas), indústria madeireira (prensista de aglomerados e compensados) e a atividade de embaladores, à mão.

Entre as ocupações que foram classificadas como não automatizáveis, considerando-se aquelas com maior participação no emprego em 2017, estão os dirigentes do serviço público federal; professores de ensino superior nas áreas de ensino; analistas de recursos humanos; coordenadores pedagógicos; professores de ensino superior nas áreas de didática, línguas e literatura; gerentes de produção e operações; comerciantes varejistas; advogados; recreadores; supervisores de ensino; e membros superiores do Poder Executivo.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma metodologia ainda não utilizada no Brasil, este trabalho confirma achados já encontrados por outros pesquisadores para o Brasil e para o mundo, que indicam que um grande percentual das ocupações do país pode sofrer, em um futuro próximo, os efeitos da difusão de novas tecnologias. Ocupações cujas tarefas são vulneráveis à automação correspondem ainda a grande parte do emprego formal do país (cerca de 56,5% do total) e, ademais, foram responsáveis por uma grande parte do crescimento do emprego nos últimos quinze anos.

Assim, o país precisa se preparar não apenas para a continuidade da substituição de algumas ocupações já em declínio, mas também para o início do declínio de ocupações que foram importantes para o crescimento do emprego nos últimos quinze anos.

Aspectos tecnológicos, contudo, não são os únicos determinantes da substituição de trabalho por tecnologias de automação. O custo relativo capital/trabalho, barreiras regulatórias, substituições entre ocupações, aumento ou redução da especialização setorial, entre outros fatores, também influenciam a velocidade da adoção de novas tecnologias, retardando, em alguns casos, a difusão de tecnologias já maduras.

Os autores pretendem atualizar essas estimativas ao longo do tempo, incorporando tanto as atualizações da base de dados O\*NET quanto os dados sobre a dinâmica do emprego no Brasil. Ainda assim, pode-se afirmar que a combinação da conjuntura desfavorável com os desafios estruturais impostos pelas novas tecnologias digitais torna a geração de emprego uma das questões centrais do atual debate econômico.

### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. H. M. *et al.* **Na era das máquinas, o emprego é de quem?** Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. Brasília: Ipea, mar. 2019. (Texto para Discussão, n. 2457). Disponível em: <<https://bit.ly/2Omd16c>>.
- ARNTZ, M.; GREGORY, T.; ZIERAHN, U. **The risk of automation for jobs in OECD countries:** a comparative analysis. OECD Publishing, 2016. (OECD Social, Employment and Migration Working Papers, n. 189). Disponível em: <<https://bit.ly/2snOAOx>>.
- FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?** Oxford: Oxford Martin School, 17 Sept. 2013. (Working paper). Disponível em: <<https://bit.ly/34t7qlk>>.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **A future that works:** automation, employment, and productivity. McKinsey&Company, 2017.
- NEDELKOSKA, L.; QUINTINI, G. **Automation, skills use and training.** OECD Publishing, Mar. 2018.
- SPITZ-OENER, A. Technical change, job tasks, and rising educational demands: looking outside the wage structure. **Journal of Labor Economics**, v. 24, n. 2, p. 235-270, 2006.

