

Mercado de Trabalho

conjuntura e análise

ANO 25 | Abril de 2019

66

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Carlos von Doellinger

**Diretor de Desenvolvimento Institucional,
Substituto**

Manoel Rodrigues dos Santos Junior

**Diretor de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

Alexandre de Ávila Gomide

**Diretor de Estudos e Políticas
Macroeconômicas**

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

Aristides Monteiro Neto

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação
e Infraestrutura**

André Tortato Rauen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas
e Políticas Internacionais**

Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação

Mylena Pinheiro Fiori

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Mercado de Trabalho: conjuntura e análise

CORPO EDITORIAL

Editor Responsável

Carlos Henrique Leite Corseuil

Membros

Felipe Mendonça Russo

Lauro Ramos

Sandro Pereira Silva

Sandro Sacchet de Carvalho

Equipe de Apoio

Bruna de Souza Azevedo

Gabriela Carolina Rezende Padilha

Luciana Moura Martins Costa

Leandro Pereira da Rocha

As publicações do Ipea estão disponíveis para download gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

TECNOLOGIAS DIGITAIS, HABILIDADES OCUPACIONAIS E EMPREGO FORMAL NO BRASIL ENTRE 2003 E 2017¹

Aguinaldo Nogueira Maciente²
Cristiane Vianna Rauen³
Luis Cláudio Kubota⁴

1 INTRODUÇÃO

A introdução de novas tecnologias e suas consequências para o mundo do trabalho são inerentes à história econômica. As principais revoluções na capacidade de trabalho humano se iniciaram há cerca de 10 mil anos, com a chamada revolução agrícola, que combinou a domesticação animal e novas tecnologias de plantio para a expansão da produção, do transporte, das comunicações e, em escala crescente, da urbanização (Schwab, 2016).

Já nos primórdios do capitalismo, surgiu na Inglaterra, em fins do século XVIII, a primeira revolução industrial, que, baseada na energia a vapor e na mecânica, possibilitou a expansão sem precedentes da metalurgia, da produção têxtil e dos transportes. Esta revolução se fundamentou na complementaridade entre o capital fabril e a mão de obra de baixa qualificação, que, combinados, substituíram a produção artesanal, relativamente mais qualificada, mas limitada em sua capacidade de produção (Acemoglu, 2002).

A segunda revolução industrial surgiu cerca de um século depois, em fins do século XIX, baseada na energia elétrica e na linha de produção, que possibilitaram a produção em massa. Ela foi acompanhada também de grandes avanços nas comunicações, com o surgimento do telégrafo e, posteriormente, do telefone. A partir da segunda revolução industrial, o capital e o trabalho qualificado passaram a ser complementares, e o trabalho de mais baixa qualificação passou a ser gradualmente substituído na produção fabril (Frey e Osborne, 2017).

A terceira revolução industrial, também chamada de revolução digital, surgiu a partir dos anos 1960, com o desenvolvimento do computador, acompanhada, nos anos 1990, da difusão da internet. A partir desta revolução, uma vez mais o capital físico passou a substituir o trabalho qualificado, ao reduzir de forma generalizada a demanda por trabalho rotineiro; por exemplo, as tarefas desempenhadas por trabalhadores de escritório e de chão de fábrica (Autor, Levy e Murnane, 2003).

1. Versões anteriores deste texto serviram de base para o capítulo 12 do livro *Desafios da Nação*, volume 2 (Ipea, 2018), e como contribuição do Ipea ao Comitê de Estudos Avançados sobre o Futuro do Trabalho (Brasil, 2018). Os autores agradecem os comentários e as sugestões recebidas ao longo da elaboração desses dois textos; em especial, a colaboração de Carlos Henrique Leite Corseuil.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea.

3. Tecnologista do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

4. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais (Dinte) do Ipea.

A chamada quarta revolução industrial, em pleno curso na atualidade, baseia-se na difusão e integração das tecnologias já utilizadas desde os anos 1970, por meio das tecnologias de informação e comunicação (TICs), bem como em novos avanços tecnológicos nos campos da inteligência artificial, da nanotecnologia e da biologia. Schwab (2016) argumenta que a fusão dessas tecnologias nos domínios físico, digital e biológico tem o potencial de tornar a quarta revolução fundamentalmente diferente das anteriores. Tanto a velocidade das transformações quanto o escopo das atividades humanas que ela afetará serão muito maiores. Enquanto em décadas passadas os trabalhadores afetados se concentravam na linha de produção ou nas camadas gerenciais intermediárias, essa revolução traz em seu bojo a possibilidade de automação de atividades altamente especializadas e não rotineiras.

2 A PRODUÇÃO NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A transformação digital tem impactado os padrões de atividade, de interação humana e de produção em ritmo e escala sem precedentes. Novas tecnologias, como *big data analytics*,⁵ inteligência artificial, *machine learning*,⁶ *cloud computing*,⁷ internet das coisas (IoT) e manufatura 4.0, são reflexo das possibilidades ensejadas pelas transformações do mundo digital.

De acordo com a OECD (2015), em contraste com os tradicionais insumos de produção, dados são dotados de retornos crescentes de escala, o que altera as bases concorrenciais do mercado e pode levar a níveis de produtividade entre 5% a 10% superiores em empresas que vierem a adotar uma produção intensiva em dados.

De fato, conforme apontado pela OECD (2013), essa tem se mostrado uma estratégia cada vez mais dominante no mundo desenvolvido, em que investimentos em ativos baseados em conhecimento têm crescido mais que proporcionalmente em relação aos investimentos em capital tangível, chegando a 15% do produto interno bruto (PIB) dos Estados Unidos em 2011. Além disso, de acordo com a OECD (2015), somente para a indústria de TICs, o mercado global de dados alcançou a marca de US\$ 17 bilhões em 2015, atingindo uma taxa de crescimento anual média superior a 40% desde 2010.

Viabilizada por esse ecossistema baseado em dados e inserida no que se convencionou definir como a *quarta revolução industrial*, a conectividade entre sistemas de tecnologia da informação (TI), subsistemas, processos, objetos e aplicativos, que se comunicam entre si e com humanos, está transformando os processos de produção e está se tornando um diferencial competitivo entre as empresas e os países. Estimativas levantadas por Smit *et al.* (2016) mostram que o mundo alcançará a marca de mais de 30 bilhões de dispositivos conectados à internet em 2020, e, de acordo com relatório publicado pelo McKinsey Global Institute (Manyika *et al.*, 2015), o impacto da IoT nos diversos

5. *Big data analytics* refere-se à análise de grandes quantidades de dados gerados por atividades realizadas eletronicamente e por meio de comunicação máquina a máquina.

6. *Machine learning* – ou a aprendizagem das máquinas – diz respeito ao desenvolvimento de algoritmos de computador que aprendem autonomamente com base em dados e informações disponíveis.

7. *Cloud computing* – ou computação em nuvem – refere-se aos serviços de TICs na internet para acessar servidores, armazenamento, componentes de rede e aplicativos de *software*.

setores econômicos pode chegar a US\$ 11,1 trilhões em 2025, o que corresponderia a 11% da economia global.

Smit *et al.* (2016) definem os padrões da manufatura 4.0 como aqueles baseados na completa digitalização dos processos produtivos, em que se associam componentes físicos e digitais em uma mesma planta produtiva. Entre os processos de digitalização da manufatura, estão incluídos: *i*) o embarcamento de sensores em praticamente todas as peças componentes e equipamentos fabris; *ii*) a utilização de sistemas ciberfísicos, de sistemas de segurança e de monitoramento de consumo energético; e *iii*) o emprego de sistemas analíticos e de monitoramento de dados relevantes para a produção. Trata-se de um modelo da fábrica inteligente, no qual sistemas controlados por computador monitoram processos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas com base em mecanismos de auto-organização.

É esperado que essas novas aplicações de IoT tragam melhorias consideráveis nos processos industriais, como: *i*) uso de sistemas autônomos, que permitirão que os insumos sejam processados com maior produtividade, além de garantir maior precisão nos processos produtivos; *ii*) uso de sensores, que, capturando dados em tempo real, poderão prevenir eventuais problemas e garantir a segurança, a eficiência energética e o bom funcionamento dos sistemas integrados; *iii*) aplicações em manutenção preditiva, que poderão antever a necessidade de reposição de peças e eventuais desgastes, entres outras. O impacto da IoT na produtividade dos processos fabris pode gerar economia de 10% a 20% no uso de recursos energéticos e de 10% a 25% na eficiência da mão de obra (Manyika *et al.*, 2015).

Nas chamadas cidades inteligentes (*smart cities*), aplicações de IoT em mobilidade urbana, no uso eficiente de sistemas de segurança, energético e de abastecimento, e demais soluções voltadas à sustentabilidade social e ambiental em centros urbanos densamente povoados têm sido cada vez mais utilizadas. Estimativas da Fundação Getúlio Vargas (FGV) Projetos (Camargo *et al.*, 2014) mostram que o mercado global de soluções tecnológicas aplicadas a cidades inteligentes pode chegar a US\$ 408 bilhões até 2020; US\$ 800 bilhões por ano em aplicações em transporte; US\$ 700 bilhões ao ano em aplicações voltadas à qualidade do ar e da água; e US\$ 69 bilhões por ano em eficiência energética.

No segmento da saúde, dispositivos conectados e demais aplicações em IoT podem otimizar tratamentos médicos e a própria gestão de hospitais. Exemplos do uso de tecnologias de IoT nesse segmento incluem: as tecnologias vestíveis (*wearables*), que podem proporcionar o acompanhamento remoto das condições de pacientes em tempo real e auxiliar a realização de procedimentos médicos, inclusive a distância; o preenchimento automático e conectado de prontuários eletrônicos; e a otimização de estoques de medicamentos e equipamentos hospitalares, garantindo o uso eficiente de recursos. De acordo com Manyika *et al.* (2015), essas e outras aplicações de IoT na área de saúde podem alcançar impactos econômicos da ordem de US\$ 1,6 trilhão em todo o mundo até 2025.

O segmento de transportes também deve ser bastante beneficiado pelas aplicações de IoT. De fato, a interoperabilidade dos sistemas de IoT é a principal aposta para a cadeia logística da indústria do futuro, o que inclui aplicações em vias férreas, aéreas, fluviais e

terrestres. Entre elas, é possível mencionar: o rastreamento remoto de contêineres navais, aviões, trens e automóveis; aplicações em navegação interconectada; o acompanhamento de rotas logísticas; veículos de carga autônomos etc.

Seja como insumo estratégico para os negócios, seja no segmento produtivo ou de serviços, o diferencial competitivo conferido por novos fatores de produção baseados em dados alterou o modo como agentes percebem a dinâmica econômica e as formas de apropriação da riqueza. As alterações nos padrões sociais e tecnológicos impostos pela atual revolução tecnológica impõem a necessidade de ajustes nas políticas públicas, em particular daquelas relacionadas ao mercado de trabalho, na medida em que grande parte dessas tecnologias se propõe a substituir atividades humanas, manuais e cognitivas, antes exclusivamente humanas, por soluções automatizadas.

3 O TRABALHO NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A literatura aponta prognósticos diferenciados sobre o impacto das novas tecnologias digitais sobre o emprego. Alguns autores têm estudado o conjunto de atividades que tenderiam, com o avanço tecnológico, a não ser mais desempenhadas por trabalhadores, enquanto outros dão uma ênfase maior para as tarefas que continuarão a ser desempenhadas pelos trabalhadores.

Nos estudos pioneiros sobre o tema (Autor e Dorn, 2013; Autor, Levy e Murnane, 2003), as atividades são classificadas em rotineiras e não rotineiras. As atividades rotineiras seriam aquelas mais negativamente afetadas pelas novas tecnologias, passando a ser realizadas por máquinas e/ou computadores; o que não ocorreria com as atividades não rotineiras. Uma tarefa rotineira é aquela passível de desmembramento em passos previsíveis e codificáveis numa sucessão de comandos lógicos. Ao longo dos anos 2000, e até meados da década atual, alguns trabalhos empíricos corroboraram as predições dessa linha de estudos.

No entanto, estudos mais recentes (Frey e Osborne, 2017) têm alertado para o fato de que a distinção entre, de um lado, tarefas rotineiras e não rotineiras e, de outro, entre tarefas negativamente ou positivamente afetadas por novas tecnologias deve ser questionada nos dias de hoje. O grau de complexidade das novas tecnologias permite que as máquinas/os computadores modernos sejam capazes de desempenhar um conjunto cada vez maior de atividades não rotineiras. As atividades de dirigir carro e de traduzir textos em diferentes idiomas, por exemplo, poderiam ser consideradas não rotineiras por não serem passíveis de se codificar via sucessão de comandos lógicos. No entanto, ambas já podem ser desempenhadas por máquinas ou computadores, tendo sido possibilitadas pela utilização de enormes bases de dados – mapas de rua e textos da Organização das Nações Unidas (ONU), para exemplificar –, combinadas a algoritmos sofisticados de busca de padrões.

Em suma, é como se a fronteira entre atividades impactadas negativamente e positivamente pelas novas tecnologias esteja sendo continuamente deslocada, no sentido de aumentar o leque de atividades que possam ser desempenhadas por máquinas ou computadores (Mckinsey Global Institute, 2017).

A segunda dimensão apontada na literatura diz respeito à alocação do conjunto de tarefas que continuariam a ser desempenhadas pelos trabalhadores e seu efeito sobre o grau de especialização dos trabalhadores. Aí, entram duas dimensões. Primeiro, para determinar o número de tarefas a ser alocado para um trabalhador, é necessário ter em conta que um número menor de tarefas, decorrentes da presença cada vez maior da automação, permite uma maior especialização, que tende a ser associada a ganhos de produtividade. Por seu turno, um conjunto menor de atividades por trabalhador tende a aumentar o custo de coordenação entre os trabalhadores, para que o conjunto completo de tarefas seja realizado de forma satisfatória (Borghans e Ter Weel, 2006). As novas tecnologias, sobretudo as de comunicação, tendem a diminuir o custo de coordenação e favorecer um maior grau de especialização dos trabalhadores, com um possível aumento dos níveis hierárquicos (Bloom *et al.*, 2014).

No entanto, há que se considerar outro dilema na alocação das tarefas remanescentes entre os trabalhadores. No desempenho de uma tarefa, todo trabalhador está sujeito a se deparar com um problema novo. Quando isso ocorre, há duas opções: ou o próprio trabalhador procura a solução, sacrificando tempo de produção, ou o trabalhador aciona outro trabalhador mais especializado em resolver problemas (gerentes ou supervisores). As novas tecnologias, sobretudo as ditas tecnologias de informação, favorecem a busca de soluções pelo próprio trabalhador, levando a uma redução dos níveis hierárquicos das empresas.

Nesse sentido, ainda não está claro qual será o impacto líquido das novas tecnologias digitais sobre o grau de especialização e hierarquização dos trabalhadores, o que pode trazer diferentes impactos para a natureza dos empregos a serem gerados no futuro, sobretudo em termos das habilidades requeridas.

Independentemente, porém, das incertezas ainda existentes diante de um cenário de grandes e rápidas transformações, alguns aspectos do futuro do trabalho já parecem ser consensuais. O trabalho que envolve força física, classificação e separação de objetos, controle de estoques e operação de máquinas tende a perder importância, sobretudo nos países em que os salários sejam relativamente mais elevados.

Por sua vez, habilidades cognitivas, como as que envolvem o raciocínio e o domínio de linguagens, habilidades interpessoais, como o cuidado e o contato humano, habilidades gerenciais e habilidades ligadas às ciências, tanto as da natureza quanto as sociais ou aplicadas, terão maior importância no futuro.

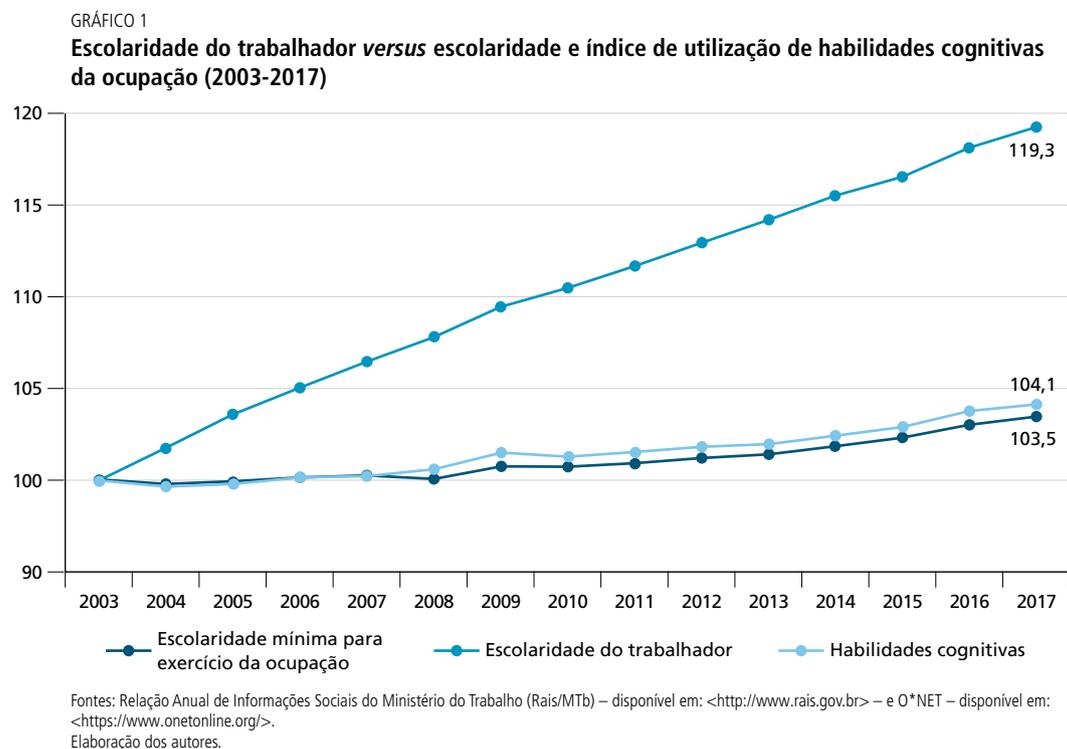
3.1 Tendências do emprego formal no Brasil à luz da quarta revolução industrial

No Brasil, a introdução de tecnologias relacionadas à quarta revolução industrial é ainda incipiente, principalmente devido às deficiências na infraestrutura de comunicações, ao alto custo de importação de máquinas e equipamentos e ao reduzido grau de inovação tecnológica verificado para o conjunto da economia, como atestam os dados da Pesquisa de Inovação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Pintec/IBGE) na última década.

Alguns setores mais produtivos da indústria e alguns serviços aplicados a tecnologias mais difundidas, como *smartphones*, por exemplo, já têm avançado na substituição de

formas tradicionais de produção e venda de bens e serviços. Isso, porém, não tem sido suficiente para alterar significativamente o perfil do emprego no Brasil.

Em termos educacionais, houve uma expansão de 19,3% nos anos de estudo dos trabalhadores formais civis no Brasil entre 2003 e 2017. A melhoria na qualidade das ocupações disponíveis no mercado de trabalho, no entanto, cresceu em níveis muito inferiores, como mostra o gráfico 1. A escolaridade mínima média exigida para o desempenho das ocupações civis no país cresceu apenas 3,5%, enquanto o nível médio de habilidades cognitivas exigidas para o exercício dessas ocupações cresceu somente 4,1% no mesmo período.



Grande parte do ganho de escolaridade se deveu ao ingresso de trabalhadores jovens no mercado, cuja escolaridade é muito superior à dos trabalhadores que se aposentaram no período, refletindo os ganhos educacionais do país ao longo das últimas décadas. O resultado indica que, apesar do crescimento da escolaridade de seus trabalhadores, o país não tem conseguido gerar empregos qualitativamente melhores de forma significativa, mesmo em um período em que o crescimento do emprego, da formalização e da renda dos trabalhadores foi muito favorável, relativamente às décadas anteriores.

O gráfico 2 ilustra a evolução de dezesseis tipos de habilidades ocupacionais.⁸ O crescimento mais favorável, apesar de modesto, se deu no uso das habilidades cognitivas, interpessoais, gerenciais e de vendas. Quatro grupos de habilidades foram particularmente afetados pela desaceleração do emprego, já a partir de 2012, e pela posterior crise econômica, agravada após 2014: as habilidades visuais e operacionais;

8. Para uma descrição da metodologia utilizada na construção das habilidades ocupacionais, ver Maciente (2016).

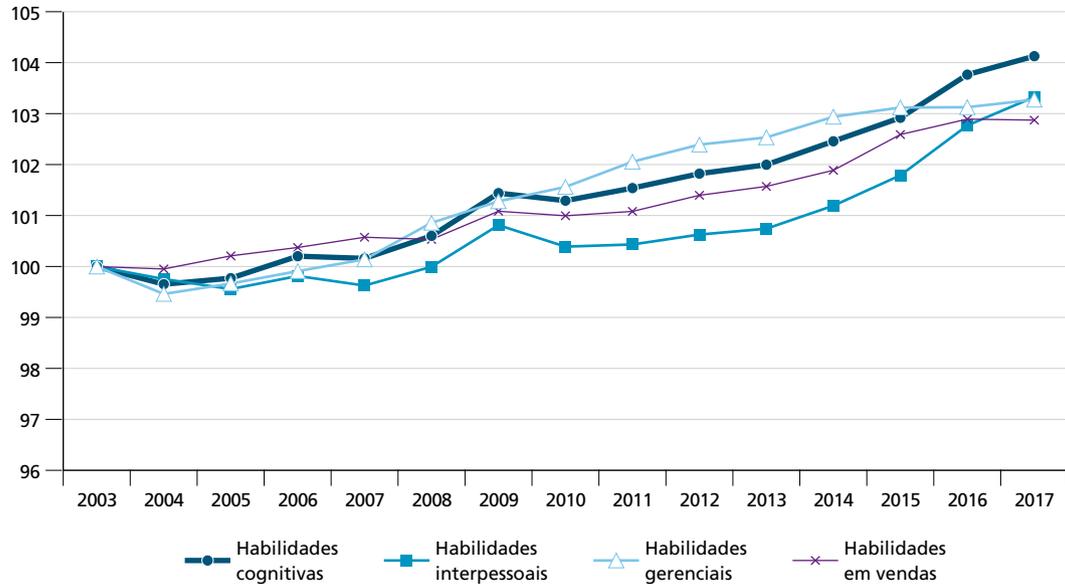
equilíbrio e a força corporais; as habilidades em saúde e medicina; e as habilidades em *design* e engenharia. A queda na utilização dessas habilidades ocorreu devido à retração do emprego nas indústrias de transformação, extrativa e de construção, bem como a uma retração, em menor escala, no emprego no setor de saúde. A utilização das demais habilidades mostra estabilidade no período.

GRÁFICO 2

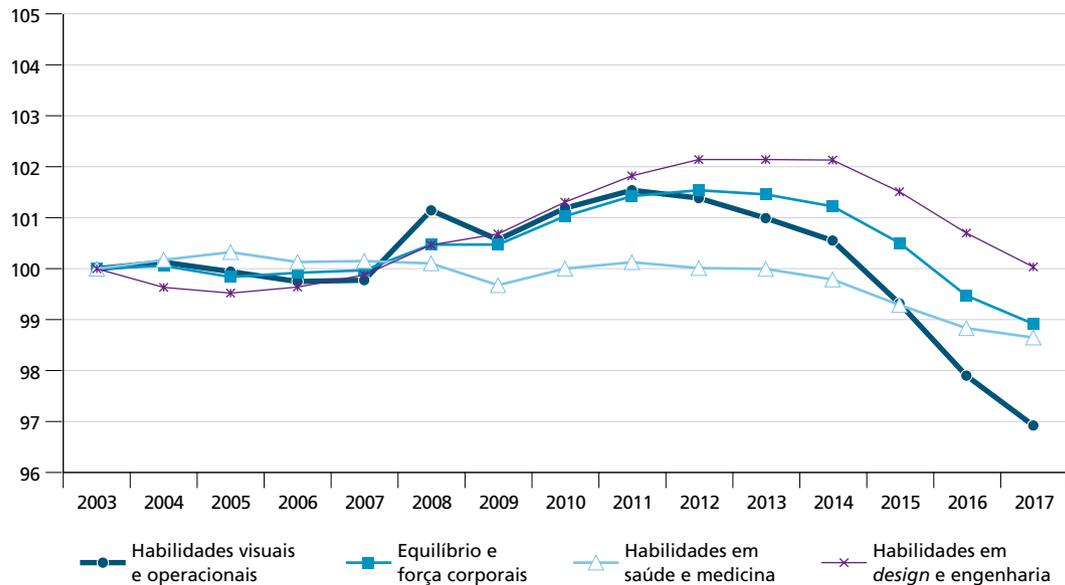
Habilidades e competências que apresentaram maior crescimento nos empregos formais brasileiros (2003-2017)

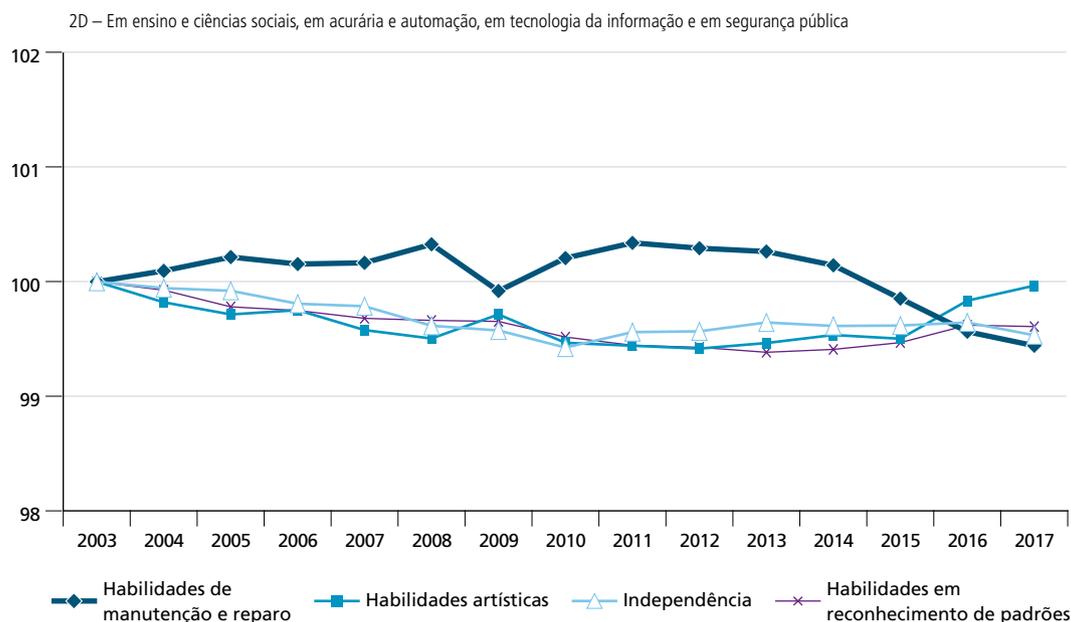
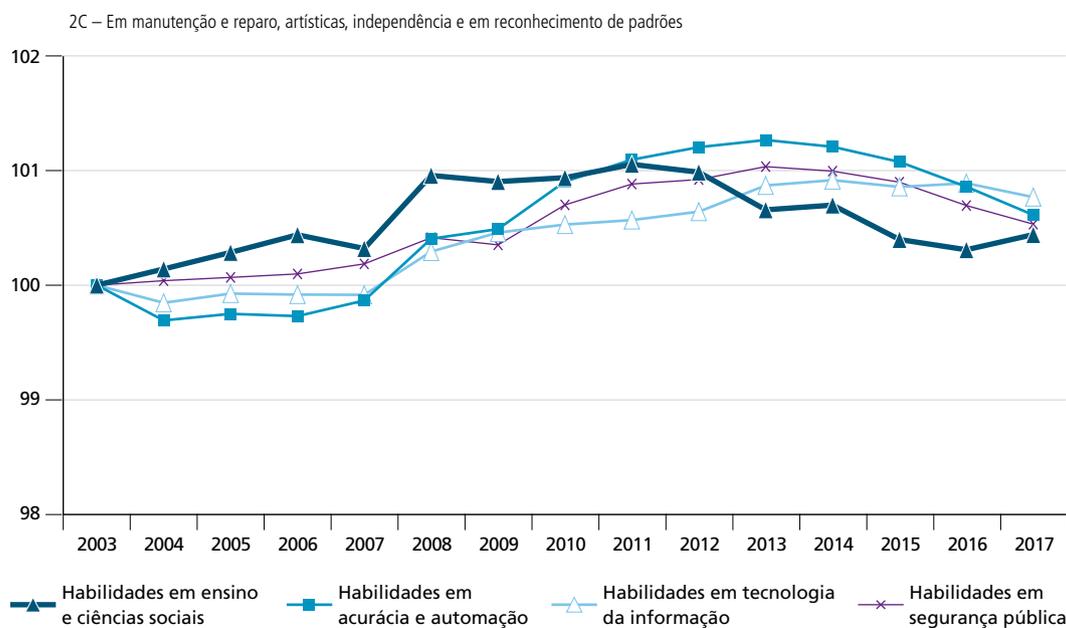
(Valores de 2003 = 100)

2A – Cognitivas, gerencias, interpessoais e em vendas



2B – Visuais e operacionais, em saúde e medicina, equilíbrio e força corporais e em *design* e engenharia





Fontes: Rais/MTb – disponível em: <<http://www.rais.gov.br>> – e O*NET – disponível em: <<https://www.onetonline.org/>>. Elaboração dos autores.

Algumas habilidades ocupacionais, como as artísticas, de saúde e medicina, de ensino e ciências sociais, bem como de segurança pública, são mais específicas da administração pública e dos setores de serviços sociais (educação, saúde, artes, cultura e lazer). No entanto, outras habilidades são de utilização mais geral e podem ser utilizadas como um indicador da evolução da qualidade ocupacional de todos os setores de atividade. Considerando-se as seções da classificação nacional de atividades, pode-se comparar a variação da porcentagem, entre 2006 e 2017, na utilização de algumas habilidades mais gerais selecionadas (habilidades cognitivas, habilidades interpessoais, habilidades gerenciais,

independência e habilidades em tecnologia da informação) com a variação na escolaridade do trabalhador e na escolaridade mínima exigida pela ocupação desempenhada.

Apesar do avanço da escolaridade do trabalhador em todos os setores, alguns deles apresentaram queda no índice de utilização de habilidades cognitivas (serviços domésticos e dos setores de educação, água e esgoto, e alojamento e alimentação) e na escolaridade média requerida pelo conjunto de ocupações do setor (serviços domésticos, água e esgoto, e transporte, armazenagem e correio).

Houve uma evolução favorável na utilização de habilidades cognitivas, principalmente nos setores de: informação e comunicação; artes, cultura, esporte e recreação; saúde humana e serviços sociais; agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; atividades profissionais, científicas e técnicas; e indústrias de transformação.

Houve expansão da utilização de ocupações intensivas em: habilidades interpessoais e gerenciais, sobretudo nos setores de artes, cultura, esporte e recreação; saúde humana e serviços sociais; e administração pública, defesa e seguridade social. Ocupações com maior grau de independência – ou seja, menor grau de supervisão – também experimentaram crescimento no setor de artes, cultura, esporte e recreação e no segmento da agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura. Habilidades em TI experimentaram um crescimento no setor próprio setor de informação e comunicação e, em menor medida, na agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura e nos setores de água, esgoto e atividades relacionadas. De forma preocupante, à luz das tendências da quarta revolução industrial, não foi possível detectar uma maior utilização de habilidades de TI nos demais setores da economia nesse período.

Já a escolaridade média dos trabalhadores evoluiu positivamente em quase todos os setores, mas particularmente nos setores de: agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; serviços domésticos; construção; artes, cultura, esporte e recreação; água e esgoto; alojamento e alimentação; indústria de transformação; indústria extrativa; e transporte, armazenagem e correio, todos com incremento superior a 15% no período. A escolaridade média exigida pela ocupação do trabalhador, por sua vez, evoluiu mais favoravelmente na agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; nas artes, cultura, esporte e recreação; no setor de informação e comunicação; na saúde humana; e nos serviços sociais.

Os resultados parecem indicar, também, que parte da estagnação verificada no uso de certas habilidades importantes para o futuro do trabalho no Brasil entre 2006 e 2017 se deveu à alteração na participação do emprego de determinados setores no emprego total do país. A queda na participação das indústrias de transformação e extrativa, sobretudo após 2014, reduziu a utilização, por exemplo, de habilidades voltadas ao *design* e à engenharia, além das habilidades visuais e operacionais. Por sua vez, os setores de alojamento e alimentação, educação, construção, transporte, armazenagem e correio, comércio e reparação de veículos, bem como as atividades administrativas e os serviços complementares, apesar de exibirem crescimento em sua participação no emprego, não apresentaram um comportamento favorável em termos da utilização de habilidades de alto nível cognitivo e tecnológico.

TABELA 1
Varição da qualificação média por setor de atividade em habilidades selecionadas (2006-2017)
 (Em %)

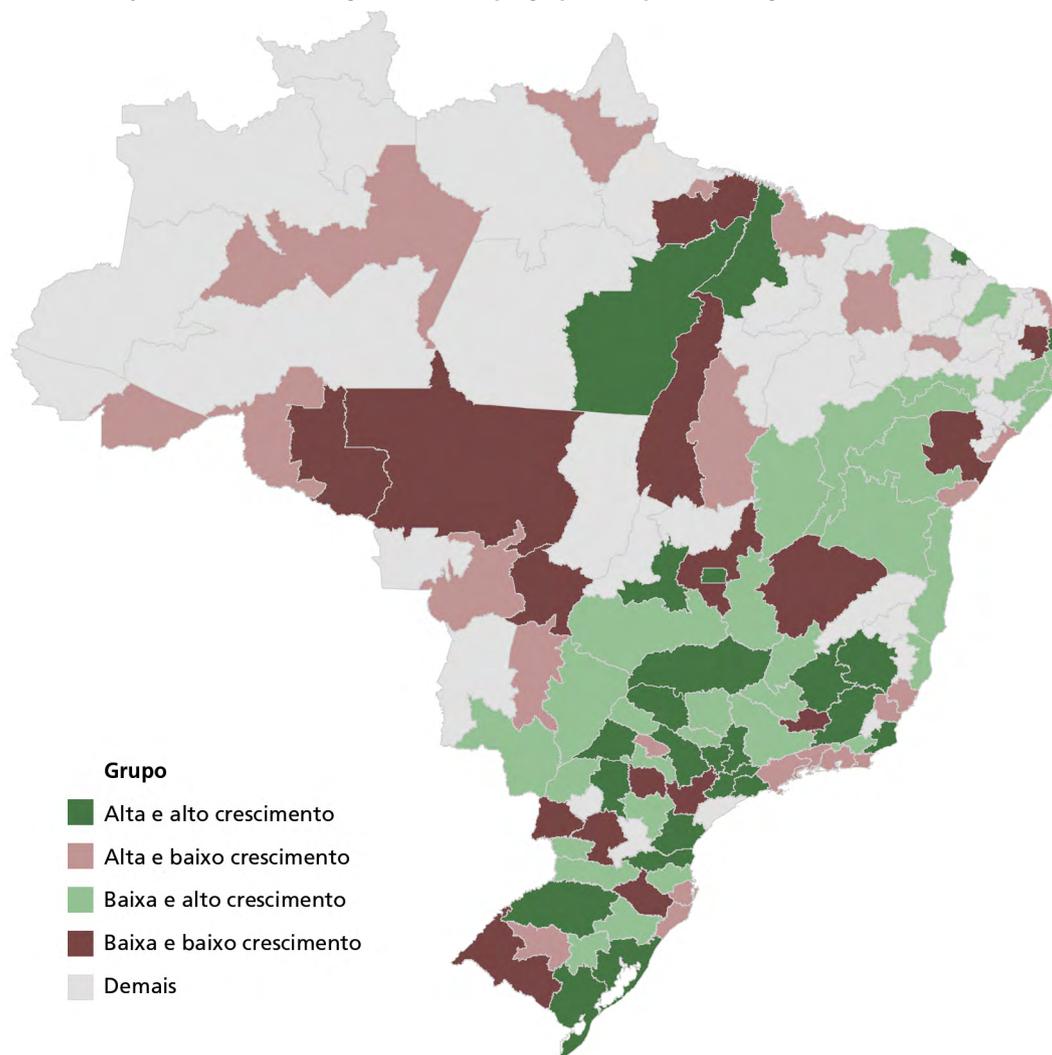
	Habilidades cognitivas	Habilidades interpessoais	Habilidades gerenciais	Independência	Habilidades em TI	Escolaridade do trabalhador	Escolaridade da ocupação
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	6,3	2,6	4,9	5,4	4,0	37,7	14,0
Artes, cultura, esporte e recreação	14,1	8,8	6,8	6,2	0,9	19,7	11,1
Informação e comunicação	15,7	0,9	8,0	3,1	8,1	11,0	8,5
Saúde humana e serviços sociais	9,6	5,2	8,3	-0,7	0,8	8,7	7,2
Outras atividades de serviços	2,7	1,7	4,1	0,3	0,4	11,4	4,7
Construção	4,9	2,3	0,3	2,5	-0,6	25,9	4,0
Atividades administrativas e serviços complementares	4,3	2,7	1,0	1,3	-0,8	14,4	3,6
Atividades profissionais, científicas e técnicas	5,8	0,1	3,9	2,5	0,7	8,9	3,3
Indústrias de transformação	5,8	3,6	2,4	0,2	0,9	15,7	3,2
Alojamento e alimentação	-0,9	-2,9	2,6	-3,0	0,4	17,1	2,6
Atividades imobiliárias	5,0	-0,5	7,3	2,7	-1,4	12,4	2,5
Comércio e reparação de veículos	0,5	0,3	1,9	-1,1	0,4	10,7	2,5
Administração pública, defesa e seguridade social	3,6	4,5	6,6	-1,9	-0,4	11,9	1,9
Atividades financeiras e de seguros e serviços relacionados	2,1	-2,0	0,9	1,6	-0,8	5,2	1,9
Indústrias extrativas	3,3	-0,2	1,9	0,6	2,2	15,4	0,9
Educação	-1,6	-0,8	1,4	-0,8	-0,3	4,4	0,2
Eletricidade e gás	1,7	-0,4	6,5	-2,8	0,5	4,9	0,1
Transporte, armazenagem e correio	3,7	-2,0	3,2	0,1	-0,2	15,1	-0,7
Água, esgoto e atividades de gestão de resíduos e descontaminação	-1,3	-2,0	-3,0	0,7	4,0	17,8	-1,4
Serviços domésticos	-20,3	-36,0	-8,8	-17,6	-6,3	32,3	-6,7

Fontes: Rais/MTb – disponível em: <<http://www.rais.gov.br>> – e O*NET – disponível em: <<https://www.onetonline.org/>>.
 Elaboração dos autores.

Do ponto de vista regional, a figura 1 classifica as mesorregiões do país segundo dois critérios. As mesorregiões que estavam em 2017 entre a metade com maior utilização de habilidades cognitivas foram classificadas como de alta utilização dessa habilidade, enquanto as que estavam na metade inferior foram classificadas como de baixa utilização. Aquelas que estão na metade que apresentou maior crescimento percentual na utilização dessas habilidades no período foram classificadas como de alto crescimento, enquanto as que ficaram na metade com menor crescimento – ou decréscimo – foram classificadas como de baixo crescimento. Foram classificadas como *demais* as regiões que estavam entre as 30% com menor emprego total em 2016, e foi desconsiderado o emprego da administração pública.

FIGURA 1

Utilização de habilidades cognitivas no emprego privado por mesorregião (2006-2017)



Fontes: Rais/MTb – disponível em: <<http://www.rais.gov.br>> – e O*NET – disponível em: <<https://www.onetonline.org/>>.
Elaboração dos autores.

Há mesorregiões com utilização relativamente alta de habilidades cognitivas em todo o país. Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, nas quais há maior grau de informalidade no emprego (Acre, Maranhão, Piauí, Pará e Acre, por exemplo), a informalidade atingiu entre 44% e 48% dos empregados no quarto trimestre de 2016, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) trimestral.⁹ Há seguramente uma superestimação da utilização de trabalho qualificado, pois o trabalho sem carteira assinada, ausente dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), concentra grande parte do emprego com baixo conteúdo cognitivo.

9. Dados disponíveis em: <<https://goo.gl/BYpBNF>>.

A evolução favorável da utilização de habilidades cognitivas, denotada pela coloração verde na figura 1, diferencia as regiões com uma evolução favorável ao longo do período. Nota-se uma maior concentração de regiões com desempenho favorável no Sul e no Sudeste, nas mesorregiões da região Centro-Oeste que se encontram vizinhas da região Sudeste, além de mesorregiões na Bahia, no Ceará, no Rio Grande do Norte, no Maranhão, em Pernambuco e na Paraíba. Os estados do Amazonas, de Rondônia, de Roraima, do Mato Grosso, de Goiás e do Piauí apresentam a evolução menos favorável no conjunto de suas mesorregiões.

Padrões muito semelhantes são verificados em relação à distribuição de habilidades de engenharia e *design* e de TI, por exemplo. Chama atenção, entre as mesorregiões de alta utilização de habilidades, mais baixo dinamismo no período, nas mesorregiões do sudeste de São Paulo e do sul do Rio de Janeiro, que concentram uma importante parcela do emprego manufatureiro.

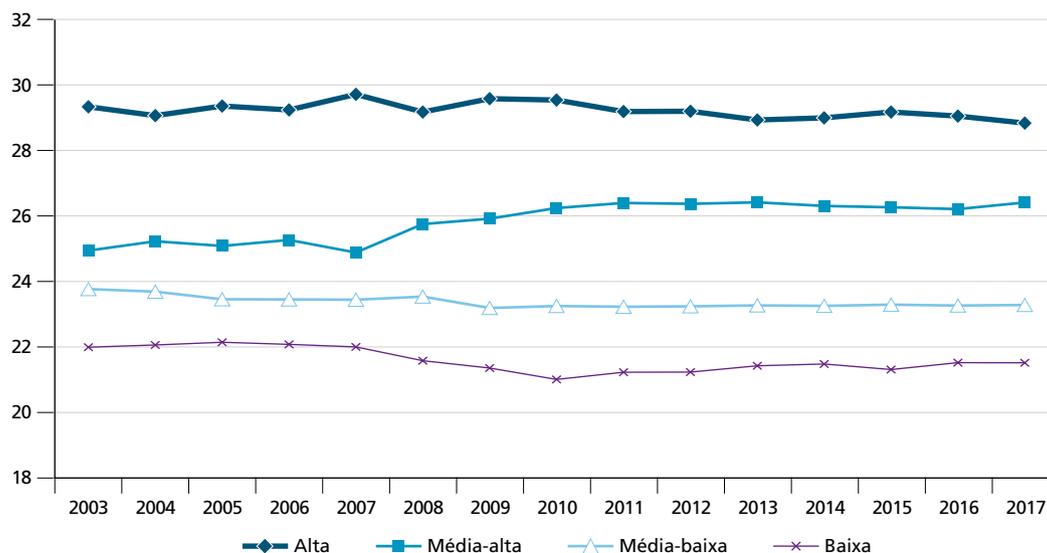
Os resultados mostram que a utilização de habilidades de maior consonância com o futuro do emprego cresceu de forma tímida no país durante o período 2006-2017. Os setores de atividade que mais haviam apresentado evolução favorável até 2011, como os de construção e extração mineral, foram muito afetados pela crise econômica a partir de 2014, revertendo os ganhos na utilização de habilidades de *design* e engenharia no país. Além disso, a evolução regional indica que algumas regiões do Brasil parecem não apresentar perspectivas de uma maior inclusão na produção e no trabalho do futuro, permanecendo com empregos de baixa qualidade e produtividade.

Estudos recentes de Albuquerque *et al.* (2018; 2019) calcularam a probabilidade de automação das ocupações brasileiras, com base nas atividades desempenhadas pelos trabalhadores no exercício da ocupação. Agrupando-se as ocupações em quartis, de acordo com a mediana da probabilidade de automação obtida pelos autores, é possível verificar não só a participação de cada quartil no emprego total, como também a evolução dessa participação ao longo do tempo. O gráfico 3 mostra que o emprego no país é concentrado em ocupações com maior probabilidade de automação de suas tarefas.

GRÁFICO 3

Emprego segundo a probabilidade de automação da ocupação – Brasil (2003-2017)

(Em %)



Fontes: Albuquerque *et al.* (2018; 2019).
Elaboração dos autores.

Ocupações com probabilidades alta e média-alta de automação (primeiro e segundo quartis de probabilidade estimada) respondem por cerca de 29% e 26% do emprego, respectivamente. Apesar de a automação depender, na prática, de fatores econômicos, além dos fatores tecnológicos utilizados por Albuquerque *et al.* (2018; 2019), o estudo alerta para o fato de que o emprego de baixa qualificação, ainda predominante no país, pode estar sujeito, no futuro próximo, aos efeitos adversos das novas tecnologias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo tratou dos desafios para o futuro do trabalho no Brasil à luz das mudanças tecnológicas trazidas pela quarta revolução industrial. A literatura indica que as oportunidades de trabalho estarão crescentemente ligadas à capacidade do trabalhador de desempenhar tarefas não repetitivas, que envolvem conteúdo analítico, decisório ou interativo. Tarefas rotineiras de operação e controle ou que envolvam aptidões físicas tendem a perder importância, à medida que a mecanização e a automação se aprofundem nos mais diversos setores de atividade.

O panorama de baixa qualificação e baixa utilização de habilidades de alto nível nas ocupações brasileiras – particularmente, as cognitivas, em *design* e engenharia e em tecnologia da informação – indica uma alta vulnerabilidade do país às novas demandas tecnológicas. São particularmente preocupantes a persistente desigualdade regional e a estagnação intertemporal, que ocorre em três níveis: *i*) na utilização geral de habilidades no país; *ii*) na utilização de habilidades desagregadas por setores de atividade; e *iii*) na evolução de algumas regiões tradicionalmente importantes para a produção manufatureira, sobretudo no eixo Rio-São Paulo.

Dessa forma, o caminho para preparar o Brasil para o futuro do trabalho é longo e desafiador. São de particular importância a melhoria dos sistemas de educação, em todos os níveis, de modo a possibilitar a redução das desigualdades e da evasão entre os jovens e o ensino de competências e habilidades de maior valor cognitivo e analítico. São também importantes a criação e a manutenção de um sistema de informações ocupacionais e uma maior integração e coordenação das políticas de educação, recolocação profissional e treinamento profissional.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D. Technical change, inequality, and the labor market. **Journal of Economic Literature**, v. 40, n. 1, p. 7-72, Mar. 2002.
- ALBUQUERQUE, P. *et al.* **Automação e eliminação de postos de trabalho na era da automação**. Brasília: Lamfo; UnB, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2W4xeA4>>. Acesso em: 4 dez. 2018.
- _____. **Na era das máquinas, o emprego é de quem?** Estimativa da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. Brasília: Ipea, mar. 2019. (Texto para Discussão, n. 2457).
- AUTOR, D. H.; DORN, D. The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. **The American Economic Review**, v. 103, n. 5, p. 1553-1597, 2013.
- AUTOR, D. H.; LEVY, F.; MURNANE, R. J. The skill content of recent technological change: an empirical exploration. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 118, n. 4, p. 1279-1333, 1st Nov. 2003.
- BLOOM, N. *et al.* The distinct effects of information technology and communication technology on firm organization. **Management Science**, v. 60, n. 12, p. 2859-2885, 2014.
- BORGHANS, L.; TER WEEL, B. The division of labour, worker organisation, and technological change. **The Economic Journal**, v. 116, n. 509, p. F45-F72, 2006.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. Comitê de Estudos Avançados sobre o Futuro do Trabalho. **Relatório Final**. Brasília: MTb, dez. 2018.
- CAMARGO, A. *et al.* Cidades inteligentes e mobilidade urbana. **Cadernos FGV Projetos**, ano 9, n. 24, jun./jul. 2014.
- FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 114, p. 254-280, 2017.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. A economia digital e o futuro do trabalho no Brasil. *In*: IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Desafios da nação**. Brasília: Ipea, 2018. v. 2.
- MACIENTE, A. N. **A composição do emprego sob a ótica das competências e habilidades ocupacionais**. Brasília: Ipea, abr. 2016. p. 33-43. (Nota Técnica, n. 60).
- MANYIKA, J. *et al.* **Unlocking the potential of the internet of things**. New York: McKinsey Global Institute, 2015.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **A future that works: automation, employment, and productivity**. [s.l.]: McKinsey Global Institute, 2017.

OECD – THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Supporting investment in knowledge capital, growth and innovation**. Paris: OECD Publishing, 2013.

_____. **Data-driven innovation: big data for growth and well-being**. [s.l.]: OECD Publishing, 2015.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. New York: Crown Business, 2016.

SMIT, J. *et al.* **Industry 4.0**. Brussels: Itre, fev. 2016. Disponível em: <<https://publications.europa.eu/s/ljit>>.

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

