

Fundação  
Dom  
Cabral

• [www.fdc.org.br](http://www.fdc.org.br) •

Relatório Técnico: Maio/2016

# Digitalização, Inovação e Desigualdade

PESQUISA SOBRE DIGITALIZAÇÃO

FUNDAÇÃO DOM CABRAL



DESENVOLVIMENTO DE EXECUTIVOS E EMPRESAS

## SOBRE A EQUIPE TÉCNICA DA FUNDAÇÃO DOM CABRAL (FDC)

### COORDENAÇÃO TÉCNICA DA PESQUISA SOBRE DIGITALIZAÇÃO:

**Hugo Ferreira Braga Tadeu** é professor e pesquisador da Fundação Dom Cabral (FDC), atuando no Núcleo de Inovação e Empreendedorismo. Coordenador do Centro de Referência em Inovação Nacional, atuando também no programa de mestrado profissional e programas customizados da FDC. Tem experiência em projetos de pesquisa sobre inovações financeiras, inovação no setor de saúde, indicadores de inovação, cidades inteligentes, inovação e energia, produtividade e cenários de longo prazo. Pós-doutor em Simulação pela Sauder School of Business – University of British Columbia, Canadá.

### EQUIPE TÉCNICA:

**Eduardo Stock dos Santos** é bolsista de iniciação científica da Fundação Dom Cabral, atuando no Núcleo de Inovação e Empreendedorismo. Estudante de Economia pela UFMG.

## ANÁLISES TÉCNICAS

Neste relatório técnico, seguiremos a exploração dos impactos da indústria 4.0 na economia e sociedade. Sobre este objetivo, o foco deste texto é analisar como o processo de digitalização e automação industrial, previsto na indústria 4.0, afetará a distribuição de renda. Para esta explicação, discutiremos sobre um modelo econômico e sua aplicação à realidade econômica dos EUA entre 1960-2014.

Em relatórios passados, foram explicitadas algumas características da indústria 4.0. Retomando algumas delas temos: a aceleração do processo de inovação, novas possibilidades de automação e instrumentalização industrial e novas demandas por qualificação da mão de obra. Diante destes fatores, temos que o processo de substituição do trabalhador por capital, que se intensificou com o surgimento do capitalismo, tenderá a se acelerar na indústria 4.0. Logo, espera-se um desemprego involuntário de tarefas manuais, repetitivas, padronizadas e de precisão, atualmente exercidas majoritariamente por mão de obra não-qualificada. Ao mesmo tempo, haverá um aumento da demanda por mão de obra qualificada para desenvolver, instalar e operar esta automação em expansão.

O argumento acima já foi abordado em outros relatórios. Buscaremos, agora, explicitar os desdobramentos destes fatores. Um modelo econômico elaborado no Insead por David Hémous e Marten Olsen (2014) busca analisar estes desdobramentos da automação sobre a desigualdade de renda. Para esta análise, o trabalho (mão de obra) é dividido em dois tipos:

não-qualificado e qualificado. O modelo parte de duas tendências principais da indústria 4.0: automação industrial e inovações horizontais.

A primeira tendência (automação industrial) consiste no aumento da porcentagem da produção automatizada. Esta tendência tem dois efeitos sobre a demanda de trabalho - o primeiro é o efeito substituição (substituição de trabalho pouco qualificado por máquinas), em que há diminuição da demanda por trabalho pouco qualificado e aumento da demanda por trabalho qualificado. O segundo é o efeito escala - uma firma que se automatizou torna-se mais produtiva, com menores custos, podendo praticar preços mais competitivos, ganhando, assim, mercado e aumentando a produção. Ao aumentar a produção, a firma demanda mais de ambos os trabalhos. Os dois efeitos são ambíguos, mas o que se verifica empiricamente é a sobreposição do efeito substituição sobre o efeito escala. Logo, a primeira tendência implica em queda da demanda por trabalho não-qualificado ou pouco qualificado e aumento da demanda por trabalho qualificado.

Tratando da segunda tendência - “inovações horizontais” -, esta consiste na criação de inovações radicais ou disruptivas que geram novos produtos, mercados e/ou indústrias. Estes novos negócios nascem não automatizados ou sobre um grau de automação baixo, uma vez que novos mercados, produtos e indústrias demandam automação específica em certo grau, não existente até então. Dessa forma, inovações horizontais demandam trabalho dos dois tipos.

Ambas as tendências são representativas sobre o paradigma da indústria 4.0. Isso ocorre pelo mesmo motivo, uma vez que ambas possuem um mesmo determinante: a inovação. Ao analisar as consequências sobre o trabalho derivadas da interação entre estas duas tendências, o modelo determina três fases. Primeira fase: os salários dos cargos pouco qualificados são baixos - como a automação implica em aumento da produtividade, mas possui um custo alto, o custo benefício da automação é baixo, conseqüentemente, a primeira tendência “automação da produção” se dá em um ritmo baixo. Porém, a segunda tendência – “inovações horizontais” - vem a ser um caminho mais lucrativo de aplicação da inovação, conseqüentemente, à medida que inovações horizontais são desenvolvidas, a demanda por ambos os tipos de trabalho sobe, portanto, há aumento de salário. Nesta fase, a desigualdade de renda e participação do trabalho no PIB é constante.

Com a elevação dos salários do trabalho pouco qualificado, chegamos à segunda fase. Nesta fase, os custos dos salários de cargos de baixa qualificação justificam a automação industrial. Dessa forma, o esforço de inovação se volta para a automação em comparação às inovações horizontais, uma vez que essa vem a ser relativamente mais lucrativa devido à substituição do trabalho de baixa qualificação “caro”. O aumento da automação diminui a demanda por trabalho não-qualificado e aumenta a demanda por trabalho qualificado. Isso reduz progressivamente a participação do trabalho no PIB, assim como o salário de baixa qualificação.

Este processo de aumento da parcela automatizada da produção (fase dois) não se dá para sempre. À medida que os salários de baixa qualificação decrescem, inovações horizontais voltam a ser uma opção mais lucrativa. O que acontecerá segundo o modelo, no longo prazo, é que as duas tendências irão se equilibrar e a parcela de produção automatizada se estabilizará, chegando a um estado estacionário. Neste estado estacionário, a entrada de novos produtos não-automatizados via inovação horizontal compensa a automação da produção em curso. Logo, os cargos de baixa qualificação eliminados pela automação são absorvidos em novos mercados e indústrias recém-criadas.

Sob este cenário final, a participação do trabalho no PIB se estabiliza, mas a patamares menores que os iniciais da fase um. Além disso, neste estado estacionário, o salário de baixa qualificação cresce a um ritmo menor que o de alta qualificação. Ambos os fatores acima impactam para um aumento perene da desigualdade de renda entre trabalhadores de alta qualificação e detentores de capital frente a trabalhadores de baixa qualificação.

Olhando para a realidade dos EUA a partir dos anos 1960, verificam-se resultados semelhantes às conclusões do modelo, com queda da participação do trabalho no PIB e aumento da disparidade de renda. Além disso, o trabalho de David Hémons e Marten Olsen (2014) calibra o modelo acima apresentado sobre o histórico de variáveis reais dos EUA entre 1960-2014, projetando as mesmas tendências destas variáveis para 2060. Ao fazer esta estimativa, verifica-se que, entre 1960-2060, os salários de alta qualificação apresentam um índice de aumento duas vezes superior ao de baixa qualificação. Além disso, os EUA estariam, atualmente, na segunda fase do modelo, caracterizada pelo aumento da automação e maior crescimento da disparidade de renda.

Diante dos posicionamentos expostos sobre o impacto da indústria 4.0 na disparidade de renda, temos que o salário real do trabalho de baixa qualificação pode vir a cair apenas na fase dois. Ainda assim, após a fase dois, o processo de automação chega a um estado estacionário, no qual os salários de ambos os trabalhos (qualificado e não-qualificado) crescem, mas a ritmos diferentes, corroborando para o aumento contínuo da desigualdade de renda. Este aumento da desigualdade se dá mesmo após o percentual de automação da produção e da participação do trabalho no PIB se estabilizarem.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL



DESENVOLVIMENTO DE EXECUTIVOS E EMPRESAS

**Campus Aloysio Faria**

Av. Princesa Diana, 760  
Alphaville Lagoa dos Ingleses  
34000-000 - Nova Lima (MG) - Brasil

**Campus Belo Horizonte**

Rua Bernardo Guimarães, 3.071  
Santo Agostinho  
30140-083 - Belo Horizonte (MG) - Brasil

**Campus São Paulo**

Av. Dr. Cardoso de Melo, 1.184 - 15° andar  
Vila Olímpia  
04548-004 - São Paulo (SP) - Brasil

**Campus Rio de Janeiro**

Av. Afrânio de Melo Franco, 290  
2° andar - Leblon  
22430-060 - Rio de Janeiro (RJ) - Brasil

atendimento@fdc.org.br  
0800-941-9200

• [www.fdc.org.br](http://www.fdc.org.br) •

