



# Desigualdade de gênero nas áreas STEM no atual contexto da digitalização das economias e da indústria 4.0

Bruna M. Tápias<sup>1</sup>, Ivette Luna<sup>2</sup>

## 1. Resumo

As transformações produtivas resultantes da digitalização das economias vêm impactando também as estruturas ocupacionais, com efeitos líquidos ainda incertos. Pesquisas apontam para uma posição de maior vulnerabilidade de ocupações manuais e rotineiras; e a crescente demandada por capacidades relacionadas com o desenvolvimento e gestão das tecnologias, como as ocupações nas áreas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é coletar evidências que permitam a maior compreensão da dinâmica resultante desses processos transformadores, em relação à estrutura ocupacional paulista e o papel que a mulher exerce no mercado de trabalho, no contexto da Indústria 4.0 e da maior relevância das áreas STEM. Os resultados indicam que a participação feminina nas áreas STEM é extremamente desigual entre os gêneros, em especial em setores da indústria que são historicamente associados aos homens; e embora a diferença de participação tenha diminuído de 2003 a 2017, a diferença e ntre as remunerações aumentou.

**Palavras chaves:** Indústria 4.0; STEM; Gênero; Desigualdade.

**Classificação JEL:** J16, J21, J31, L60, O10

## 2. Introdução

Atualmente, as tecnologias digitais estão cada vez mais sofisticadas e integradas à atividade industrial, o que traz a luz a ideia da Quarta Revolução Industrial, com a qual os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível, permitindo a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos (SCHWAB, 2016). Os impactos dessa revolução afetam não apenas a produção e as empresas, mas todas as pessoas, o governo e o trabalho, sendo que é a primeira revolução que é batizada como tal antes de sua efetiva incorporação ao tecido industrial (TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018).

Em 2011, durante a Feira de Hannover, o governo alemão lançou um projeto com o nome “Plataforma Indústria 4.0” (*Plattform Industry 4.0*), em referência à quarta revolução industrial. O projeto buscava fazer com que os sistemas automatizados que controlam os equipamentos

industriais pudessem se comunicar, ou seja, o processo de produção seria otimizado ao possibilitar a troca de informações entre os humanos e as máquinas (LIMA et al., 2018, p 23).

Uma grande preocupação sempre foi o impacto das novas tecnologias no mercado de trabalho, o que não podia ser diferente quanto ao novo paradigma tecnológico de digitalização da produção e automatização das atividades. O artigo de Frey e Osborne (2013) discorre sobre esses impactos.

Os autores, (FREY; OSBORNE, 2013), estimam que nos Estados Unidos 47% do total de ocupações têm alta probabilidade de substituição, como resultado da automatização dos processos de produção, embora não especificuem um horizonte temporal para tal cenário. Inicialmente, as atividades consideradas manuais e rotineiras eram as únicas às que se atribuía maior chance de “extinção”. Porém, estudos mais recentes apontam que, com os avanços tecnológicos mencionados e maior poder de processamento dos computadores, atividades não rotineiras também são susceptíveis a automatização.

Nesse sentido, Autor, Levy e Murnane (2003) concluem que, ao haver maior investimento em inovação ou por tecnologias de ponta, há também uma demanda maior por ocupações com um *set* de capacidades diferente aos requeridos anteriormente, isto é, há uma necessidade de executar atividades que demandam maiores capacidades cognitivas, e neste set se incluem – entre outras – as capacidades decorrentes de uma formação nas áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

O acesso às novas tecnologias e a conhecimento e capacidades associados às áreas STEM não é homogêneo, algo que é possível identificar fazendo alguns recortes sociodemográficos, como o racial, o de gênero e o de classe social. Logo, é especialmente relevante tratar sobre o tema da desigualdade de gênero no atual momento de ascensão da Indústria 4.0, sendo uma oportunidade para melhorar o desempenho dos sistemas existentes (SCHWAB, 2018). Com isso em mente, políticas e planos econômicos nacionais e internacionais buscaram abarcar a desigualdade social e econômica, abordando também questões de gênero, como o plano de ação elaborado pela ONU (Organização das Nações Unidas), a Agenda 2030.

<sup>1</sup>Graduanda do Instituto de Economia, Unicamp. E-mail: [b194949@dac.unicamp.br](mailto:b194949@dac.unicamp.br)

<sup>2</sup>Professora do Instituto de Economia, Unicamp. E-mail: [iluna@unicamp.br](mailto:iluna@unicamp.br)



Nesse contexto, é importante falar sobre uma indústria inclusiva não apenas pela sua importância econômica, mas também porque a inserção ocupacional nas sociedades contemporâneas é diferente para as mulheres e para os homens. Ela reflete as normas sociais em que se definem os papéis de gênero apropriados e esperados de cada sexo (COTRIM; TEIXEIRA; PRONI, 2020). Por isso, a desigualdade de gênero no mercado de trabalho se estrutura pela concentração das mulheres em setores e ocupações que já são vistos como femininos pela tradição e cultura, como as atividades domésticas e funções de cuidado (HIRATA, 2014); e se manifesta em desigualdades salariais (COTRIM; TEIXEIRA; PRONI, 2020). Além disso, Leone e Baltar (2006), apontam para uma maior diferença de remuneração entre os gêneros nas ocupações de alto nível educacional, mesmo que o índice de escolaridade feminino seja mais alto que o masculino.

Iniciativas como a Agenda 2030 são importantes para mudar o cenário da América Latina, que é caracterizada por sua heterogeneidade estrutural de segmentação do mercado de trabalho e do rendimento, em que as mulheres se encontram principalmente em setores de baixa produtividade, como a agricultura, serviços e comércio, dando destaque para o trabalho doméstico remunerado (CEPAL, 2017). O que reflete a pouca presença das mulheres nos setores de alta produtividade, em que se encontra a vanguarda tecnológica, com empregos com maior nível educativo (CEPAL, 2017).

O trabalho aqui resumido teve como objetivo principal entender o papel que a mulher exerce no desenvolvimento de ocupações que demandam capacidades baseadas em uma formação nas áreas STEM, tendo em vista a importância de tais competências face às transformações produtivas e ocupacionais resultantes da digitalização e a automatização das economias. Ao mesmo tempo, pretende-se avaliar qual será o impacto de tais transformações sobre a atual vulnerabilidade da mulher no mercado de trabalho ante as posições que ocupa nas diversas atividades da nossa economia.

### 3. Metodologia

Guiada pelo levantamento bibliográfico, a pesquisa utilizou os microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), na sua versão não identificada e pública divulgada pela Secretaria de Trabalho do Ministério de Economia.

Para atender ao objetivo proposto, se observou a evolução temporal da participação das mulheres nas áreas STEM para os anos de 2003 e 2017. Dados monetários foram deflacionados a partir do índice IGP-DI de 2017. Dadas as

dimensões continentais do país, este estudo se restringiu a uma análise detalhada do estado de São Paulo, isto pelo seu maior adensamento produtivo, pela sua diversidade e demandas promotoras de atividades inovativas pelo exercício e atividades de maior intensidade tecnológica; e pela sua relevância econômica para o país.

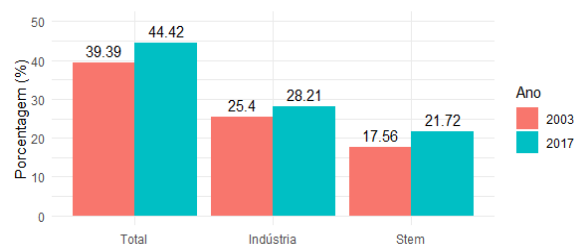
A força de trabalho relacionada às áreas STEM foi identificada a partir da classificação feita pelo estudo de Nascimento (2011); e da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

O setor da indústria de transformação foi identificado de acordo com a seção C, utilizando na análise um nível de desagregação a dois dígitos da Classificação Nacional por Atividade Econômica (CNAE 2.0); isto é, as divisões 10 a 33. Este recorte setorial se deve, como dito antes, à importância da indústria para a dinâmica econômica do país e pela sua relação com o contexto da indústria 4.0 e quarta revolução industrial, sendo um setor importantíssimo para tais avanços. Por se tratar de uma base censitária extensa (13.128.278 observações em 2017), testes de hipóteses não foram necessários para verificar a significância dos resultados.

### 4. Análise dos resultados

O gráfico 1 mostra a porcentagem de participação feminina no total de empregos formais do estado paulista, na indústria e nas áreas STEM do setor industrial, separados por anos, em vermelho 2003 e em azul 2017. É possível perceber que, nos dois anos, há uma menor participação feminina no mercado de trabalho. Em, 2017, há uma diferença de 11,16 pontos percentuais (p.p.) entre a participação feminina e a masculina. A diferença aumenta ao analisar o setor industrial (43,58 p.p.) e as áreas STEM dentro da indústria (56,52 p.p.).

**Gráfico 1: Participação feminina na estrutura produtiva paulista, na indústria e nas STEM, nos anos de 2003 e 2017.**



Fonte: RAIS (2003 e 2017) – Elaboração própria.

Esses dados são indícios da diferença estrutural por gênero sobre a inserção ocupacional, como apontado por Cotrim; Teixeira e Proni (2020). De acordo com os autores, a participação dos gêneros é influenciada pelas normas sociais

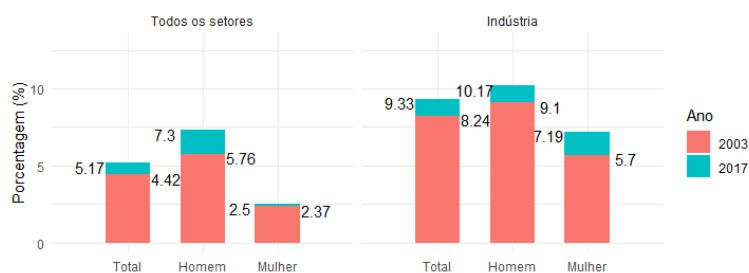


definidoras dos papéis dos gêneros e o que é esperado de cada sexo. E embora a maior diferença de participação na indústria e nas áreas STEM tenha os seus determinantes em fatores diversos (HOFFMANN, 2020), são ocupações que historicamente são vistas como masculinas.

É possível observar que houve um aumento da participação feminina no mercado de trabalho paulista entre os anos de 2003 e 2017, subindo 5,03 p.p.. Na indústria, a diferença entre os anos foi de apenas 2,81 p.p., enquanto, para as áreas STEM, houve um aumento de 4,16 p.p. Dessa forma, observa-se que a participação feminina aumentou no mercado de trabalho paulista como um todo, embora o setor industrial apresente um aumento inferior ao que se observa nas áreas STEM do setor. Ainda, a composição das áreas STEM continua acentuadamente masculina.

Com o gráfico 2 é possível ter uma outra visão com relação a participação por gênero nas ocupações STEM, para todos os setores do mercado de trabalho (à esquerda) e para a indústria do estado (à direita). Em 2003, 4,42% dos trabalhadores formais do estado estavam nas áreas STEM (primeira coluna), aumentando para 5,17% em 2017, crescimento de 0,75 p.p.. Quando analisada a participação relativa das STEM para o setor industrial os valores são consideravelmente maiores que para o mercado de trabalho formal como um todo, o que sinaliza a importância dessas áreas para a indústria. Com relação ao total de pessoas empregadas no setor industrial, 8,24% delas se encontrava nas áreas STEM em 2003, aumentando para 9,33% em 2017, uma diferença de 1,09 p.p..

**Gráfico 2: Participação relativa por gênero nas áreas STEM em 2003 e 2017, no emprego formal e na indústria paulista.**



Fonte: RAIS (2003 e 2017) – Elaboração própria.

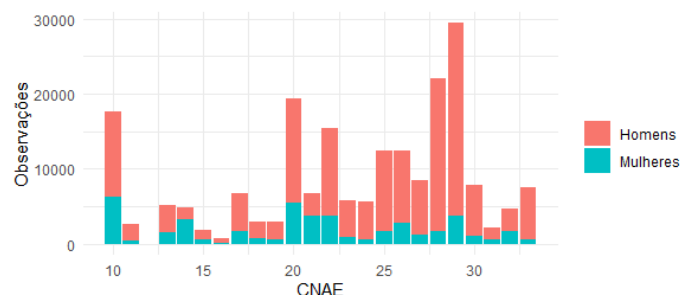
Ao abrir por gênero para o total de empregos formais do estado, notamos aumento expressivo para os homens. No caso das mulheres, apenas 2,37% delas assumiam cargos nas áreas STEM em 2003. Em 2017 houve um crescimento de 0,13 p.p., atingindo uma participação de 2,5%; nível abaixo da média geral.

Quando analisada a participação relativa das STEM por gênero para o setor industrial, a situação é diferente. O crescimento da participação relativa masculina foi menor que o crescimento da feminina (1,07 e 1,49 p.p., respectivamente). Sendo assim, os dados das áreas STEM da indústria indicam um aumento da participação relativa feminina, tanto em relação aos homens quanto em relação a 2003, diferente ao observado para o mercado de trabalho formal, em que as mulheres representam apenas 2,5%, em 2017.

O gráfico 4 ilustra o número de observações de profissionais nas áreas STEM em cada divisão da indústria a dois dígitos da CNAE (10 ao 33) e separado entre homens e mulheres, em vermelho e azul respectivamente.

Em função das especificidades setoriais, nota-se uma diversidade quanto à demanda por ocupações STEM. Destaca-se o setor 29, referente ao setor automobilístico (com 29.424 observações), seguido pelo setor 28, de máquinas e equipamentos (22.053 observações). Os setores com menor número são o 12 (fumo – 21 observações) e o 16 (madeira – 786 observações).

**Gráfico 3: Composição das áreas STEM por setor CNAE e gênero, 2017.**



Fonte: RAIS (2017) – Elaboração própria.

O setor que apresenta a maior participação feminina nas áreas STEM, com 66,66% do total de ocupações nesse grupo, é o setor 14, o de vestuário. Seguido por ele está o setor 21, o farmacêutico, com 54,48% dele composto por mulheres nas STEM. Nenhum outro setor apresenta uma participação feminina superior a 50%. Os setores que têm a menor participação feminina são: o setor 28, de máquinas e equipamentos com apenas 7,84% e o setor 33, de reparação e instalação de máquinas, com 8,28%.

Com relação a 2003, os dois primeiros setores com maior participação feminina nas áreas STEM são os mesmos de 2017: Vestuário (63,23%, crescimento de 3,43 p.p) e farmacêutico (47,90%, aumento de 6,58 p.p). Os mesmos dois setores que apresentam a menor participação feminina em 2017, apresentavam em 2003, se alterando apenas a ordem: reparação e instalação de máquinas (3,85%,

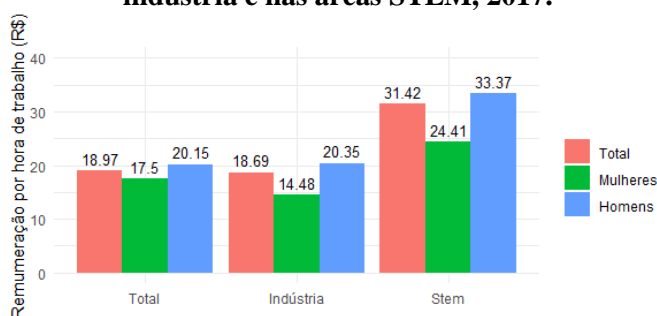


crescimento de 4,44 p.p.) e máquinas e equipamentos (5,53%, aumento de 2,31 p.p.). O setor que apresentou maior crescimento da participação feminina foi o de alimentos, com 12,6 p.p. de aumento e o que teve a maior redução foi o de fumo (setor 12), com queda de 13,71 p.p..

Essa análise deixa evidente que mesmo dentro das STEM a participação feminina é heterogênea e é possível fazer uma relação entre as ocupações que são tradicional e historicamente associadas às mulheres e àquelas que tem maior participação feminina, assim como apontado em (COTRIM; TEIXEIRA; PRONI, 2020). Os dados apontam para o aumento da participação feminina nas áreas STEM da indústria, mas os setores continuam aparentando as mesmas relações entre a participação feminina e setores associados socialmente às mulheres, ou seja, se mantiveram os setores com maior e menor participação.

Quanto ao rendimento do trabalho, o gráfico 4 apresenta o rendimento médio do trabalho do emprego formal para o estado paulista (total), para os empregos industriais e considerando o recorte das áreas STEM da indústria, para o ano de 2017. Nota-se que, quando observado o total de empregos formais do estado, há uma diferença significativa no rendimento médio por gênero, com as trabalhadoras apresentando um rendimento médio inferior à média geral. E novamente, ao olhar dentro da indústria e o recorte por STEM, as diferenças por gênero se acentuam, aumentando também o gap do rendimento médio das mulheres com relação à média.

**Gráfico 4: Rendimento do trabalho por gênero no estado paulista para o total de ocupações formais, dentro da indústria e nas áreas STEM, 2017.**



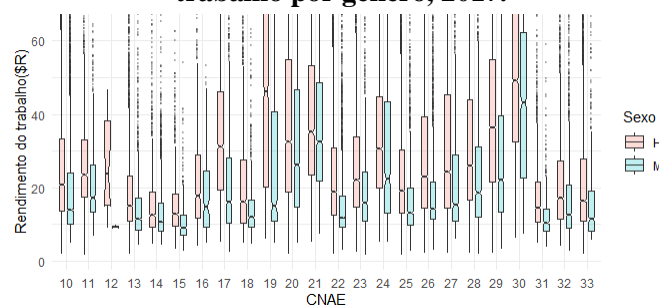
Fonte: RAIS (2017) – Elaboração própria.

O rendimento médio do total e do setor industrial são próximos, porém, a remuneração média das áreas STEM do setor é consideravelmente maior, 12,45 reais por hora a mais, ou seja, as áreas STEM, na indústria, recebem 65,63% a mais que a média salarial total por hora. Essa diferença provavelmente é relacionada com o maior prestígio e nível educacional das áreas STEM, como apontado por Leone e Baltar (2006), o que também pode contribuir para uma maior

variabilidade com relação à média. Novamente, destacamos aqui o caráter *ceteris paribus* da análise exploratória, tendo em vista a necessidade de pesquisa por outros fatores explanatórios, sociais, demográficos e conjunturais das diferenças observadas.

Ainda com relação ao rendimento do trabalho, o gráfico 5 apresenta a sua distribuição setorial, sendo um *boxplot* do rendimento do trabalho (em log para melhor visualização por se tratar de distribuições extremamente assimétricas à direita) por gênero nas áreas STEM, em 2017. O gráfico apresenta o primeiro quartil do log do rendimento na parte inferior da caixa, o segundo quartil (mediana) dentro do retângulo e o terceiro quartil no topo do retângulo.

**Gráfico 5: Boxplot do logaritmo do rendimento do trabalho por gênero, 2017.**

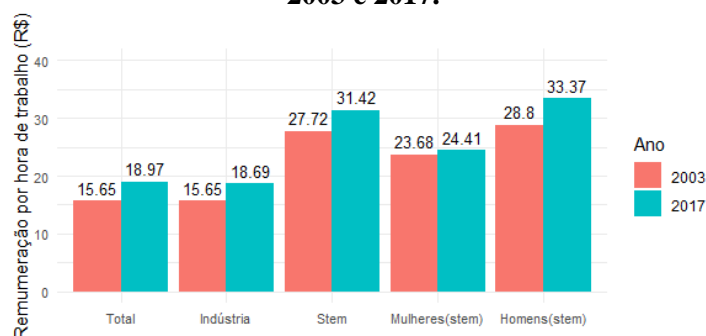


Fonte: RAIS (2017) – Elaboração própria.

Pelo gráfico, é evidente que os rendimentos das áreas STEM variam muito entre os setores da indústria e reforça que em todos eles as mulheres recebem menos que os homens, em média. Nota-se que a variabilidade dos rendimentos se mostra também condicionado às especificidades setoriais, *ceteris paribus*, o que se reflete pelo tamanho dos “bigodes” das caixas e os outliers (representados por pontos).

O gráfico 6 por outro lado, mostra uma comparação dos rendimentos médios por gênero em 2003 e 2017, tanto para o total do emprego formal paulista, como para o setor industrial e para as STEM do setor.

**Gráfico 6: Remuneração média por hora nos anos de 2003 e 2017.**



Fonte: RAIS (2003 e 2017) – Elaboração própria.



Houve aumento da remuneração por hora em todos os recortes mostrados, com os valores no mercado de trabalho total e nas indústrias similares (em nível) para ambos os anos. A remuneração das áreas STEM da indústria é maior que a do mercado de trabalho total nos dois anos e apresentou um crescimento de 3,7 reais por hora, levemente superior ao crescimento dos outros recortes, sendo o do total 3,32 reais e o da indústria 3,04.

No entanto, quando é visto o crescimento da remuneração feminina e masculina entre os dois anos percebe-se enorme diferença. As mulheres das áreas STEM tiveram um crescimento, em média, de apenas 0,73 centavos em suas remunerações por hora, enquanto os homens obtiveram um crescimento de 4,57 reais entre os dois anos. Sendo assim, a diferença não apenas permaneceu significativa entre os gêneros, como ela aumentou entre os anos.

A análise da desigualdade de gênero é indissociável das questões de raça e classe social, pois existe uma interdependência que define a posição de poder que o grupo detém, influenciando qual será a sua inserção no mercado de trabalho e a sua remuneração (HIRATA, 2014). Ao tratar da cor e raça dos trabalhadores, em todos os setores, no total dos empregos e por áreas STEM, como era de se esperar, houve predominância da mulher branca.

O nível de educação das áreas STEM é superior ao da indústria em geral. A média de idade na indústria é maior que para as áreas STEM, porém o tempo de emprego das áreas STEM é superior que o da indústria, assim como a remuneração. O maior tempo de emprego é um indício de maior estabilidade das áreas STEM, assim como a maior remuneração é uma evidência, como dito anteriormente, do maior nível educacional e prestígio social dessas ocupações.

## 5. Conclusões

Considerando o contexto da indústria 4.0 e da quarta revolução industrial, em que a indústria, as tecnologias digitais e as habilidades de manejá-las e inventá-las se tornam cada vez mais importantes, é muito preocupante uma participação feminina acentuadamente baixa, tanto na indústria quanto nas áreas STEM da indústria, além do aumento da desigualdade salarial. As mulheres não se inserem nesse mercado e sem o apoio estatal, pode ser um indício de piora nos sistemas existentes e a maior vulnerabilidade da população feminina frente às mudanças advindas da Indústria 4.0.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Iniciação Científica e Tecnológica da Unicamp (PIBIC/Unicamp) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

## 7. Referências bibliográficas

- 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. 1279–1334, 2003.
- COTRIM, Luisa Rabioglio; TEIXEIRA, Marilane Oliveira; PRONI, Marcelo Weishaupt. Desigualdade de gênero no mercado de trabalho formal no Brasil. Texto para discussão, n. 383, jun. 2020. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD383.pdf>>. Acesso em: 18 de ago. de 2020.
- 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, 2013.
- HIRATA, H. Gênero, classe e raça Interseccionalidade e consubstancialidade das relações sociais. *Tempo Social*, v. 26, n. 1, p. 61–73, 2014.
- HOFFMANN, Rodolfo. Desigualdade de gênero: análise adicional. Análise adicional ao texto para discussão, n. 383, jun. 2020. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD383A.pdf>>. Acesso em: 25 de ago. de 2020.
- LEONE, E. T.; TEIXEIRA, M. O. As mulheres no mercado de trabalho. *Carta Social e do Trabalho*, Cesit, Campinas, n. 21, p. 2-22, 2013.
- LEONE, E.; BALTAR, P. Diferenças de rendimento do trabalho de homens e mulheres com educação superior nas metrópoles. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 23, n. 2, jul./dez. 2006.
- LIMA, A.W.B *et al.* **Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2018.
- NASCIMENTO, P. A. M. M. Há escassez generalizada de profissionais de carreiras técnico-científicas no Brasil? Uma análise a partir de dados do CAGED. 2011.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.
- SCHWAB, K. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.
- TESSARINI JUNIOR, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. **Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: Uma revisão sistemática da literatura**. *Revista científica eletrônica de engenharia de produção*, Florianópolis, p. 743-769, 2018.
- TEIXEIRA, Marilane Oliveira. Desigualdades Salariais entre Homens e Mulheres a partir de uma Abordagem de Economistas Feministas. *Revista Gênero - UFF*, v. 9, n. 1, p. 31-45, 2. sem. 2008.
- WORLD BANK GROUP. Acesso universal à energia: muito mais que eletricidade. *The World Bank*, 2018. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2018/05/18/sustainable-development-goal-7-energy-access-all>> Acesso em: 28 de jul. de 2020.